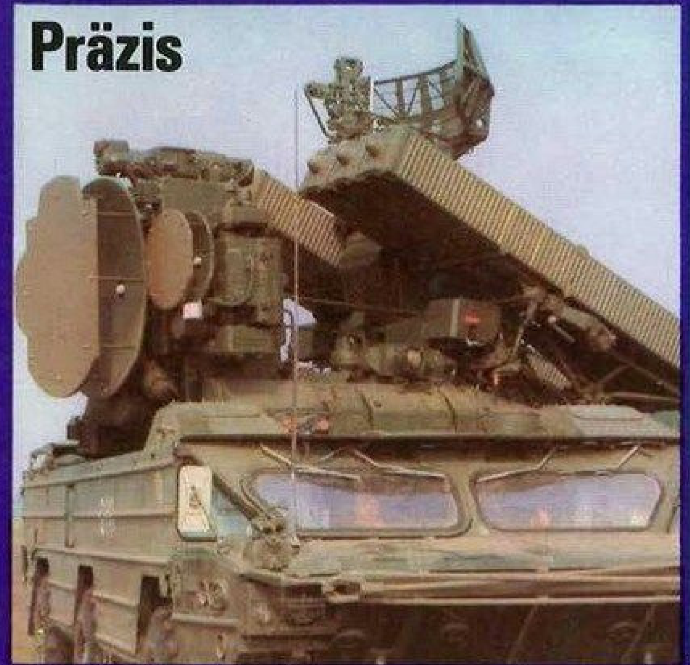
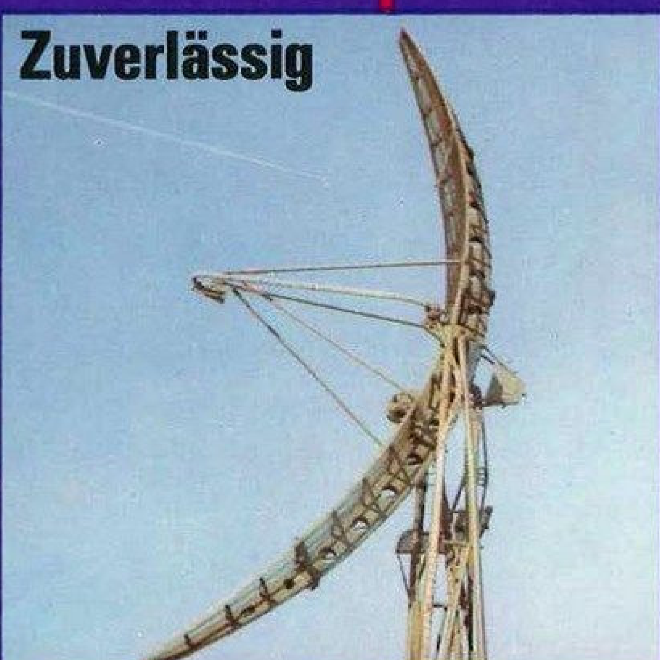
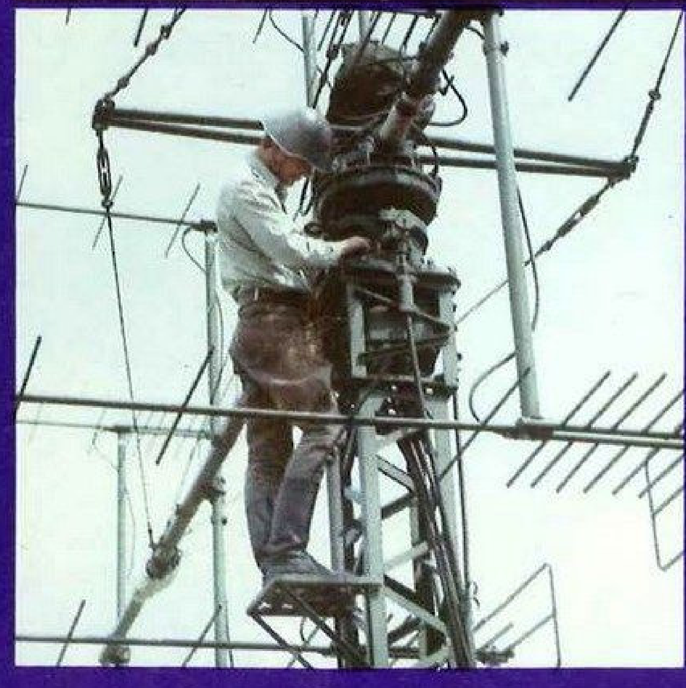
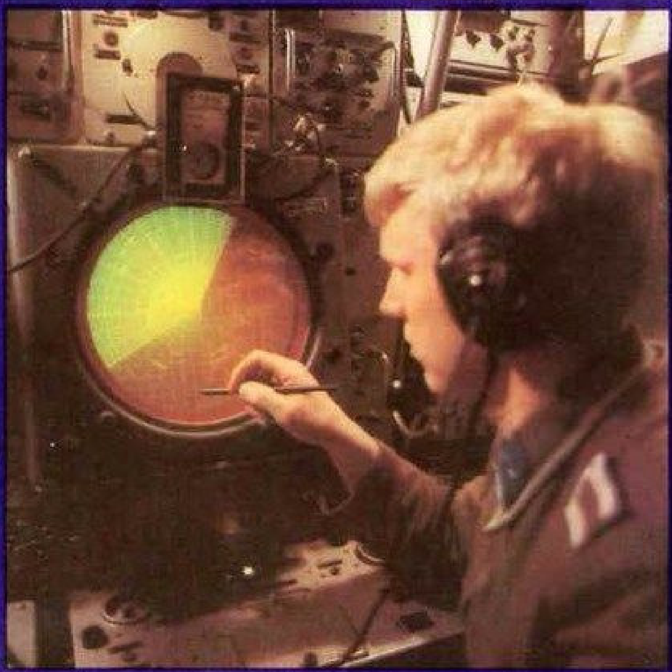


Funkmeßtechnik





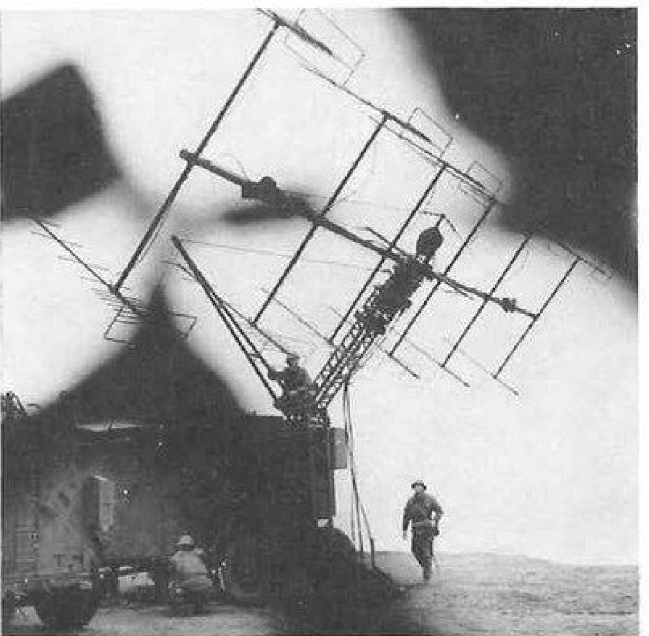






Eine Funkmeßstation wird zur Gefechtsarbeit vorbereitet







Nach wenigen Minuten sitzt der Funk-
orter am Panoramasichtgerät



Reihe Militärtechnische Hefte
Heft Funkmeßtechnik
Autor: Karl-Heinz Otto

Abbildungen: AR/Gebauer (3), AR/Uhlenhut (1), Archiv MV (8), Autor (2), Birkner (1), CL/Zühlsdorf (6), Daniel (18), Kopenhagen (1), MBD/Fröbus (2), MBD/Striepling (2), MBD/Tessmer (7), Rode (9 + Mittelseiten), Sammlung Kopenhagen (3), VA/Jeromin (7), VA/Klöppel (1), Willmann (1), WPE/Michna (7)

ISBN 3-327-00088-3

1. Auflage
Lizenz-Nr. 5
LSV: 0559
Lektor: Dipl.-Ing. Werner Kießhauer
Gesamtgestaltung: Bertold Daniel
Grafik: Bertold Daniel, Heinz Rode
Printed in the German Democratic Republic
Gesamtherstellung: Druckerei des Ministeriums für Nationale Verteidigung (VEB) – Berlin – 3 2218-5
Bestellnummer: 746 782 0
00200

Vom Telemobiloskop zur Funkmeß-station

Die Funkmeßtechnik ist eine Erfindung unseres Jahrhunderts. Ähnlich wie bei der Funktechnik, dem Fernsehen und anderen bedeutenden technischen Errungenschaften läßt sich ihre Geburtsstunde nicht eindeutig festlegen. Viele Wissenschaftler und Ingenieure haben schöpferische Beiträge zur Entwicklung der Funkmeßtechnik geleistet, die heute ihren festen Platz sowohl im Verkehrswesen, in der Meteorologie und in der Weltraumfahrt als auch im Militärwesen gefunden hat.

Bereits 1886 wies Heinrich Hertz das Phänomen der Rückstrahlung elektromagnetischer Wellen nach.

Im Jahre 1897 stieß der russische Wissenschaftler A. S. Popow bei Versuchen mit Funkwellen im Kronstädter Hafen erneut auf die Erscheinung der Reflexion dieser Wellen, als die Funkverbindung zwischen zwei Schiffen jeweils dann abbrach, wenn sich ein drittes dazwischenschob.

Schließlich meldete im April 1904 der Ingenieur Christian Hülsmeyer ein Patent an: „Das Telemobiloskop, ein Verfahren, um entfernte metallische Gegenstände mittels elektrischer Wellen einem Beobachter zu melden."

Etwa zur selben Zeit machten der kroatische Elektrotechniker Nikola Tesla und der österreichische Ingenieur Hermann Loewy ähnliche Erfindungen wie Hülsmeyer. Doch allen drei Erfindern widerfuhr das gleiche Schicksal: Ihren Arbeiten blieb lange Zeit die praktische Anwendung versagt. Das lag wohl vor allem an den noch zu geringen Reichweiten von nur einigen tausend Metern, welche mit den Prototypen der Funkmeßtechnik erzielt werden konnten, begründet. Zuerst mußte man eine Reihe leistungsfähiger elektronischer Bauelemente wie Sende- und Empfangsröhren entwickeln, um leistungsstarke Funkmeßgeräte bauen zu können.

Das Hülsmeyersche Telemobiloskop geriet deshalb schnell in Vergessenheit. Erst als die Entwicklung der Militärflugzeuge immer stürmischer verlief, machten sich technische Mittel zu deren rechtzeitiger Aufklärung notwendig.

Die ersten Aufklärungsmittel zum Aufspüren anfliegender Flugzeuge waren optische und akustische Geräte. Ihre Reichweite und ihre Genauigkeit erwiesen sich jedoch als sehr gering und genügten bald nicht mehr den durch die ständige Zunahme der Flugzeuggeschwindigkeiten gesetzten Bedingungen.

Als zwischen 1926 und 1928 Funkversuche zur Erkundung der Reflexionseigenschaften der Iono-

Vorläufer heutiger Funkmeßstationen: RUS-1



sphäre durchgeführt wurden, gelang es erstmalig, Entfernungen mittels Funkechos zu messen.

1932 beobachteten britische Forscher die Reflexion elektromagnetischer Wellen an einem Flugzeug.

Diese Entdeckungen, die einsetzende stürmische Entwicklung leistungsfähiger elektronischer Bauelemente sowie die technische Beherrschung immer höherer Frequenzen führten in den Jahren 1930 bis 1940 zu einer raschen Entwicklung der Funkmeßtechnik. Sehr schnell erkannten die Militärs den Wert dieser Erfindung. In den industriell entwickelten Ländern begann ein Wettlauf, sie für militärische Zwecke, vor allem zur Aufklärung von Flugzeugen und Schiffen, nutzbar zu machen. So war man 1930 bereits in der Lage, Flugzeuge auf eine Entfernung bis zu 60 km zu orten.

Anfang 1933 wurden dem Chef für Bewaffnung der Roten Armee, dem späteren Marschall der Sowjetunion Tuchatschewski, Forschungsergebnisse vorgelegt, auf deren Grundlage die erste sowjetische Funkmeßstation gebaut und am 10. Juli 1934 erprobt wurde. Die Funkmeßstation „Rapid" arbeitete auf einer Wellenlänge von 4,7 m und hatte eine Strahlungsbreite (Diagrammbreite) von 60 Grad. Mit ihr gelang es, Flugzeuge vom Typ R-5 (ein zweisitziger Doppeldecker) in 50 km Entfernung bei einer Höhe von 5200 m sicher zu orten. Mit weiterentwickelten Stationen dieses Typs wurden Reichweiten bis zu 200 km erzielt.

Im Jahre 1938 konnten die sowjetischen Konstrukteure die erste einsatzreife Funkmeßstation vom Typ RUS-1 „Reven" übergeben. Sie arbeitete nach dem Prinzip der Dauerstrahlung. Bis 1940 wurden davon 45 Stück an die Truppen der Luftverteidigung übergeben. 1938 wurde die erste sowjetische Impulsfunkmeßstation erprobt. Ende 1939 waren die Entwicklung und die Erprobung der Funkmeßstation RUS-2 abgeschlossen. Sie wurde als stationäre Variante „Pegmatit" und als mobile Station „Redoute" produziert. Mit ihr konnten Flugzeuge auf Entfernungen bis zu 120 km bei einer maximalen Höhe bis zu 7 km geortet werden.

Auch in den imperialistischen Ländern Großbritannien, Deutschland und USA wurden noch vor dem zweiten Weltkrieg Funkmeßstationen bis zur Einsatzreife entwickelt und hergestellt.

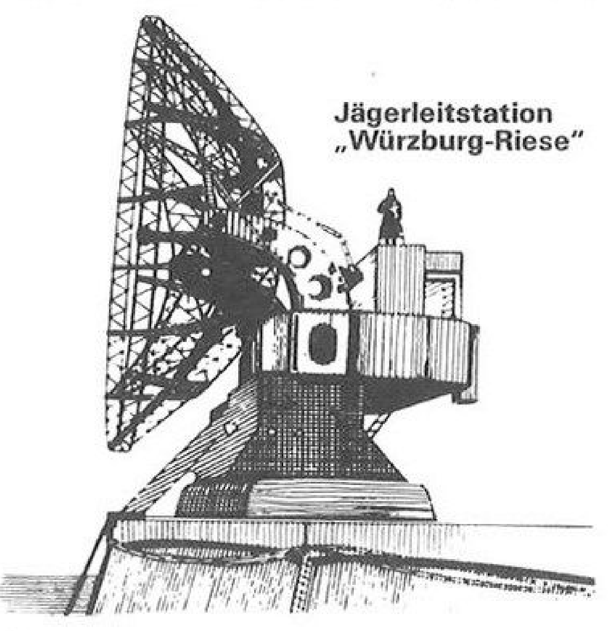
In Großbritannien wurde 1935 die erste Funkmeßstation vorgestellt. Zu Beginn des zweiten Weltkrieges im Jahre 1939 verfügten die Briten bereits über eine Kette von Funkmeßstationen entlang ihrer gesamten Küste. Sie dienten vor allem der Frühwarnung vor angreifenden Flugzeugen und Schiffen.

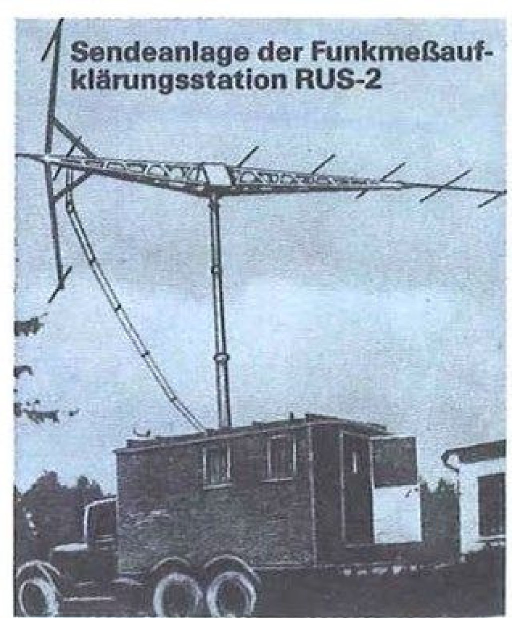
Im faschistischen Deutschland wurden die Arbeiten an der ersten Funkmeßstation 1936 abgeschlossen. Während des Krieges setzten die deutschen Faschisten vor allem die Aufklärungsstationen vom Typ „Freya" und die Leitstationen vom Typ „Würzburg" ein. Die „Freya"-Geräte erreichten Aufklärungsentfernungen bis zu 120 km, während die „Würzburg"-Geräte Reichweiten von 30 km erzielten.

In den USA erhielt das Funkmeßverfahren die heute weit verbreitete Bezeichnung **Radar**, ein Kunstwort, das aus „**Radio detection and ranging**" („Auffinden und Messen mit Radiowellen") abgeleitet ist.

Auf Grund der militärischen Geheimhaltung waren die Militärs der kapitalistischen Staaten bei Ausbruch des zweiten Weltkrieges der Ansicht, jeweils allein im Besitz einsatzfähiger Funkmeßtechnik zu sein. Diese Überzeugung führte zu zahlreichen Fehleinschätzungen und Verlusten. Während des zweiten Weltkrieges beeinflußte die Funkmeßtechnik viele Bereiche des Militärwesens in zunehmendem Maße. Ihre Haupteinsatzgebiete waren:

- die Aufklärung von Luftangriffsmitteln;
- die Aufklärung von Kriegsschiffen (besonders von U-Booten);


Jägerleitstation „Würzburg-Riese"


Sendeanlage der Funkmeßaufklärungsstation RUS-2

— die Aufklärung von Bombenzielen unter Nachtbedingungen;
— die Leitung von Jagdflugzeugen;
— die automatisierte Feuerführung der Flakbatterien.

Zur Verbesserung der Genauigkeit der Funkmeßstationen wurden immer kürzere Wellenlängen genutzt. Revolutionierend wirkte sich die Entwicklung des Magnetrons, einer besonders leistungsfähigen Art von Elektronenröhren, aus. So konnte Großbritannien beispielsweise bereits 1943 die Funkmeßstation MK-III mit 9 cm Wellenlänge und ab 1944 mit 3 cm Wellenlänge einsetzen.

In der Sowjetarmee gewann die Funkmeßtechnik nach dem zweiten Weltkrieg zunehmend an Bedeutung. 1950 war der Aufbau einer neuen Waffengattung, der Funktechnischen Truppen, abgeschlossen. In rascher Folge wurden immer effektivere Funkmeßstationen verschiedener Frequenzbereiche und Einsatzgebiete in die Ausrüstung aufgenommen. Allein im Meter-Wellenbereich wurden genutzt:
— ab 1945 die Station P-3;
— ab 1949 die Station P-8;
— ab 1950 die Station P-10;
— ab 1955 die Station P-12.

Mit der Gründung der sozialistischen Militärkoalition im Jahre 1955 erhielten die Armeen des Warschauer Vertrages eine einheitliche Ausrüstung mit Rundblickstationen der Typen P-10 und P-25 sowie mit Höhenfindern sowjetischer Produktion. Diese Funkmeßstationen können heute jedoch nur noch in den Armeemuseen besichtigt werden.

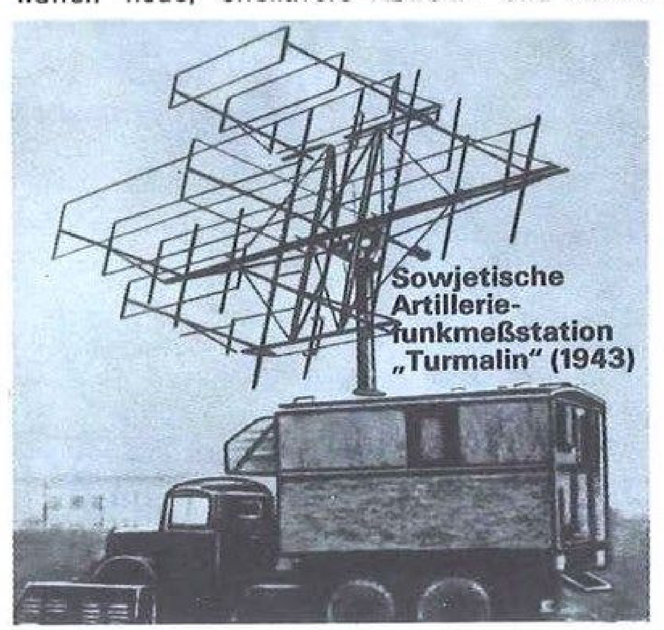
Nach dem zweiten Weltkrieg entfesselte der Imperialismus über hundert sogenannte „lokale" Kriege und bewaffnete Konflikte. Dabei kamen immer schnellere und wirksamere Luftangriffsmittel zum Einsatz. Die sowjetischen Ingenieure und Konstrukteure waren aufgerufen, diesen Angriffswaffen neue, effektivere Abwehr- und Aufklärungssysteme entgegenzustellen. Die Funkmeßtechnik wurde deshalb rasch weiterentwickelt.

Als die USA am 1. Mai 1960 ihren Luftspion Powers mit der als „Aufklärungsflugzeug" bezeichneten U-2 in 20 000 m Höhe quer über das Territorium der Sowjetunion fliegen ließen, war es nicht zuletzt der hohen Zuverlässigkeit der sowjetischen Funkmeßtechnik zu verdanken, daß diesem frechen Spionageflug durch die Soldaten der Luftverteidigung ein jähes Ende gesetzt wurde. Ihre größte Bewährung bewiesen Funkmeßstationen sowjetischer Produktion während der von 1964 bis 1972 andauernden USA-Aggression gegen das tapfere vietnamesische Volk. Dank den modernen sowjetischen Aufklärungs- und Feuerleitstationen gelang es, die Wirksamkeit der vietnamesischen Luftabwehr so zu erhöhen, daß am Ende der feigen Aggression immer mehr amerikanische Piloten den Fronteinsatz verweigerten.

Allein im Dezember 1972 verloren die USA im Raum Haiphong/Hanoi über 80 Kampfflugzeuge. Unter ihnen befanden sich 34 strategische Bombenflugzeuge des Typs B-52.

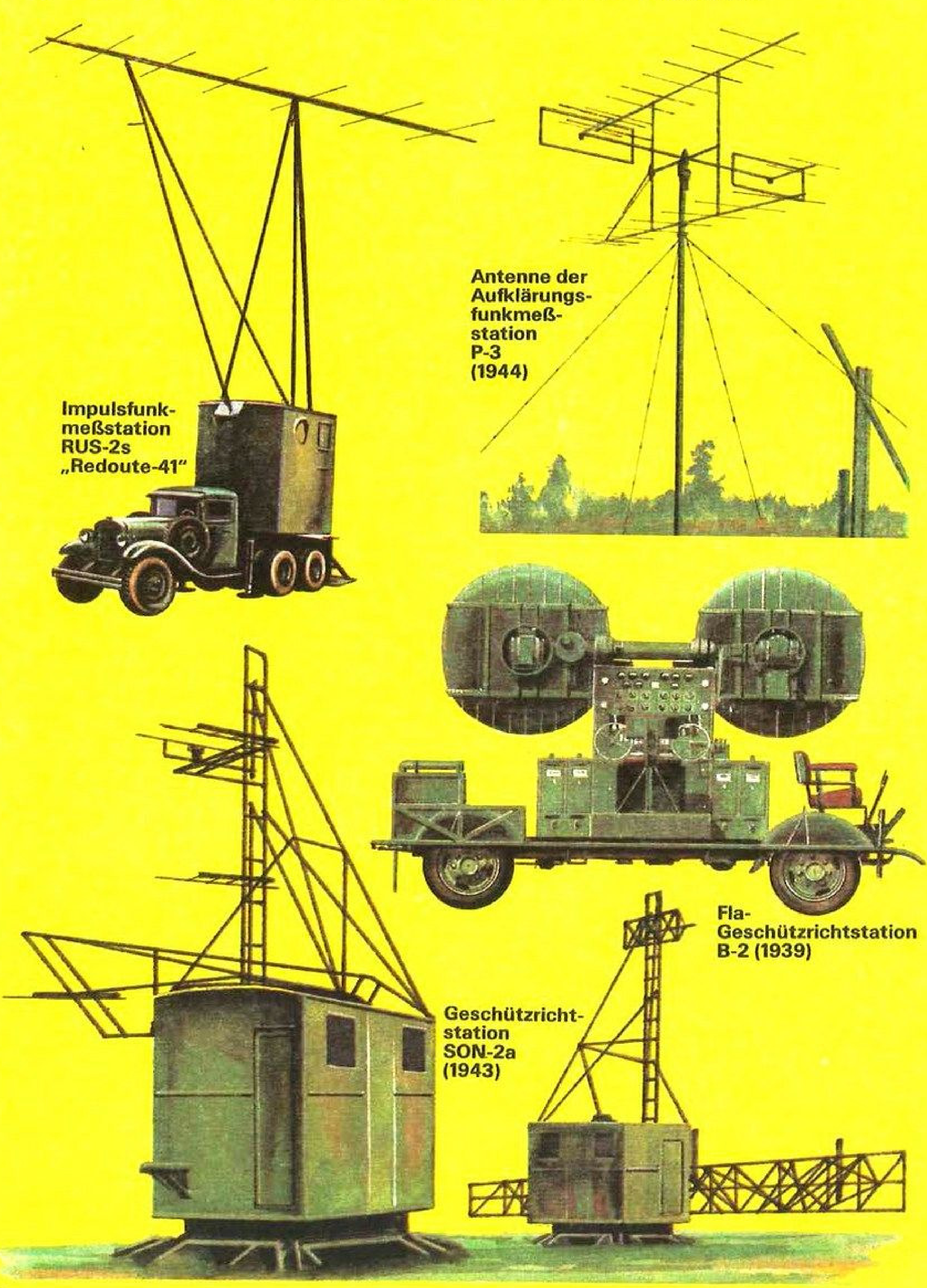
Heute verfügt unsere Nationale Volksarmee mit den Nachfolgetypen jener im Befreiungskampf des vietnamesischen Volkes so erfolgreich eingesetzten Stationen über eine moderne funkmeßtechnische Ausrüstung aller Teilstreitkräfte. Funkmeßstationen sind als wichtigste Aufklärungsmittel in den Landstreitkräften, in den Luftstreitkräften und in der Volksmarine eingesetzt, werden aber auch zu den verschiedensten Aufgaben der Waffen- und Feuerleitung angewendet.

Natürlich sind die Funkmeßstationen von heute nicht mehr mit dem Hülsmeyerschen Telemobiloskop zu vergleichen, ja es dürfte sogar schwerfallen, sie als deren Nachkommen zu identifizieren. Das ist nicht zuletzt deshalb so, weil schon längst integrierte Schaltungen und Mikroprozessoren das technische Gesicht der modernen Funkmeßtechnik bestimmen.


Sowjetische Artillerie-funkmeßstation „Turmalin" (1943)


Rundblickstation P-10 auf dem Gelände des Armeemuseums der DDR in Dresden

Sowjetische Funkmeßstationen unterschiedlicher Epochen und Bestimmungen

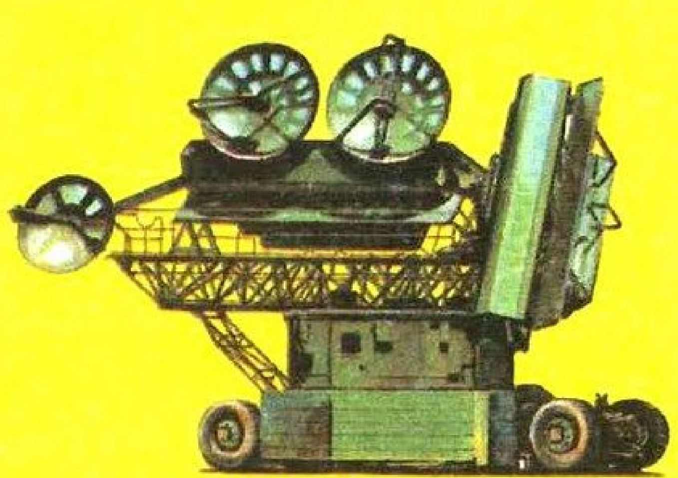


Verschiedene Aufgaben – verschiedene Funkmeß-stationen

Wir haben bereits darauf hingewiesen: Heute werden Funkmeßstationen in allen Teilstreitkräften unserer Nationalen Volksarmee vielfältig eingesetzt. So unterschiedlich ihr Aufgabenbereich ist, so unterschiedlich sind auch die konstruktiven Lösungen, obwohl sie alle auf dem Reflexionsprinzip elektromagnetischer Wellen beruhen. Wir werden dieses Prinzip noch näher kennenlernen.

In den Truppenteilen der Luftverteidigung des Landes werden Funkmeßstationen vor allem zur Aufklärung des Luftraums und als Leitstationen der Fla-Raketenkomplexe (siehe hierzu MTH „Fla-Raketen") verwendet. Mit weit in den Raum „blikkenden" Aufklärungsstationen sind die Funkorter der Funktechnischen Truppen in der Lage, Flugkörper über Hunderte von Kilometern zu verfolgen und darüber zu wachen, daß die Lufthoheit unserer Republik zu jeder Stunde gewahrt bleibt. Entsprechend ihren Aufgaben verfügen diese Funkmeßstationen über riesige Antennensysteme.


Rundblickstation P-15




Raketenleitstation der Luftverteidigung des Landes


Geschützrichtstation GRS-9



Mobile Funkmeßstation der Truppenluftabwehr

Auch bei den Luftstreitkräften ist die Funkmeßtechnik nicht mehr wegzudenken. Bedenken wir, daß ein modernes Jagdflugzeug Geschwindigkeiten von 2 Mach und mehr (1 Mach entspricht der Schallgeschwindigkeit, also 330 m/s) erreichen kann, dann wird verständlich, daß dem Piloten zuverlässige technische Hilfsmittel zur Verfügung stehen müssen. So wird er mittels am Boden stationierter Jägerleitstationen an sein Luftziel herangeführt. Aber auch an Bord der Flugzeuge befinden sich funktechnische Einrichtungen. Ein Funkmeßvisier dient der Luftzielbekämpfung mit Luft-Luft-Raketen und Bordkanonen. Ein Heckschutzgerät warnt den Piloten vor angreifenden Luftgegnern.

Vielfältig sind auch die Aufgaben, die die Funkmeßanlagen der Volksmarine zu erfüllen haben. Betrachtet man die Silhouette eines modernen Kampfschiffes, so weisen die auffälligen Antennenanlagen auf die unterschiedlichsten Funkmeßanlagen hin. Dazu gehören vor allem kombinierte Luft- und Seeraumüberwachungsanlagen und Funkmeßsysteme für den effektiven Waffeneinsatz (Raketen-, Torpedo- und Artillerie-Waffenleitsysteme). Außer mit diesen ausschließlich für militärische Aufgaben nutzbaren Funkmeßanlagen werden die Kampfschiffe auch mit den auf „zivi-



Funkmeßgesteuerte Fla-SFL ZSU-23-4


Funkmeßantennenwald auf einem großen sowjetischen UAW-Schiff



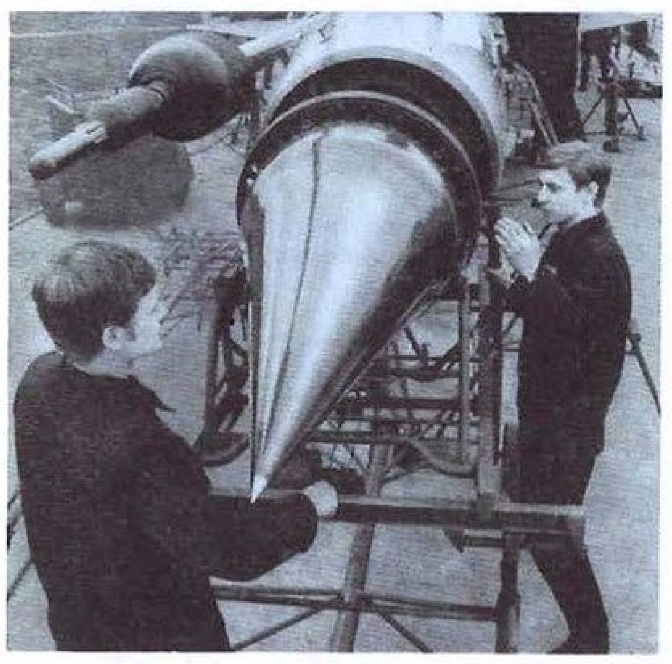
Unterbringung des Antennensystems der Funkmeßstation einer MiG-19



len" Schiffen vorhandenen Navigationsfunkmeßanlagen und Kollisionsschutzsystemen ausgerüstet.

Die Funkmeßtechnik der Landstreitkräfte zeichnet sich durch eine hohe Mobilität aus. Funkmeßstationen sind vor allem in den Waffengattungen Truppenluftabwehr sowie Raketentruppen und Artillerie eingesetzt. Sie sind auf Räder- oder Kettenfahrzeugen installiert. Ihre Antennensysteme sind so konstruiert, daß ein schneller Auf- und Abbau möglich ist. Dadurch sind die Funkmeßstationen der Landstreitkräfte in der Lage, den manöverreich und dynamisch handelnden Truppen folgen zu können, denn der Platz der Funkmeßtrupps ist stets auch dort, wo die Panzer-, Artillerie- und mot. Schützeneinheiten ihre Aufgaben erfüllen. Die von ihnen gesammelten Informationen über Luft- und Erdziele bilden eine wichtige Grundlage für den effektiven Einsatz der Waffensysteme der Truppenluftabwehr (Fla-Raketen und Fla-Kanonen) sowie der Raketentruppen und Artillerie (Raketen und Rohrartillerie). Aber auch zur unmittelbaren Feuerleitung werden Funkmeßsysteme als Raketenleit- und Geschützrichtstationen genutzt.

Bevor wir in weiteren Kapiteln Näheres über Konstruktion und Arbeitsweise verschiedener Funkmeßstationen erfahren, wollen wir das Arbeitsprinzip der Funkmeßtechnik aufhellen.

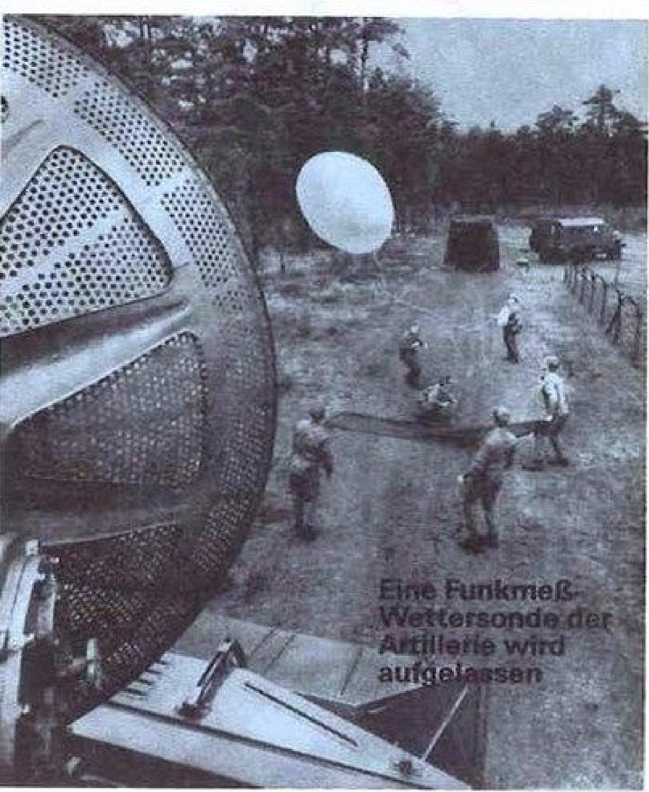




Die Bewaffnung der MiG-21 wird über die im Nasenkonus untergebrachte Funkmeßstation gesteuert



Die Funkmeßantenne der MiG-23 liegt hinter der HF-durchlässigen Bughaube

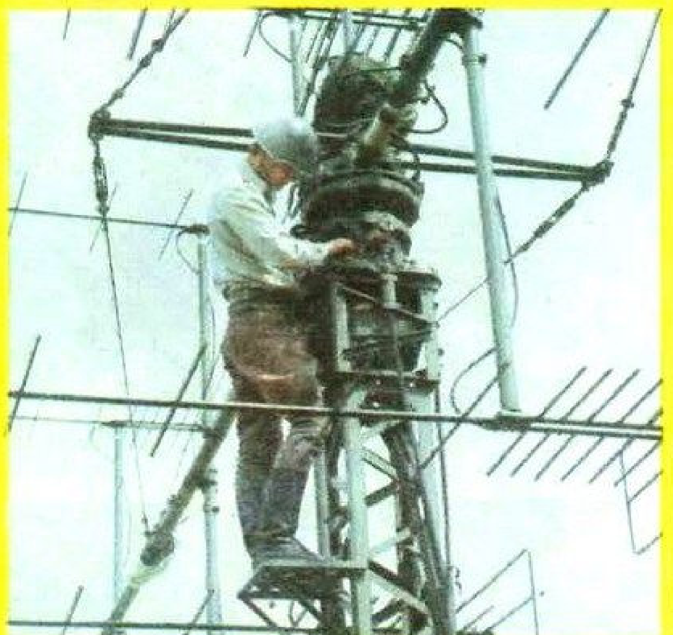


Eine Funkmeß-Wettersonde der Artillerie wird aufgelassen

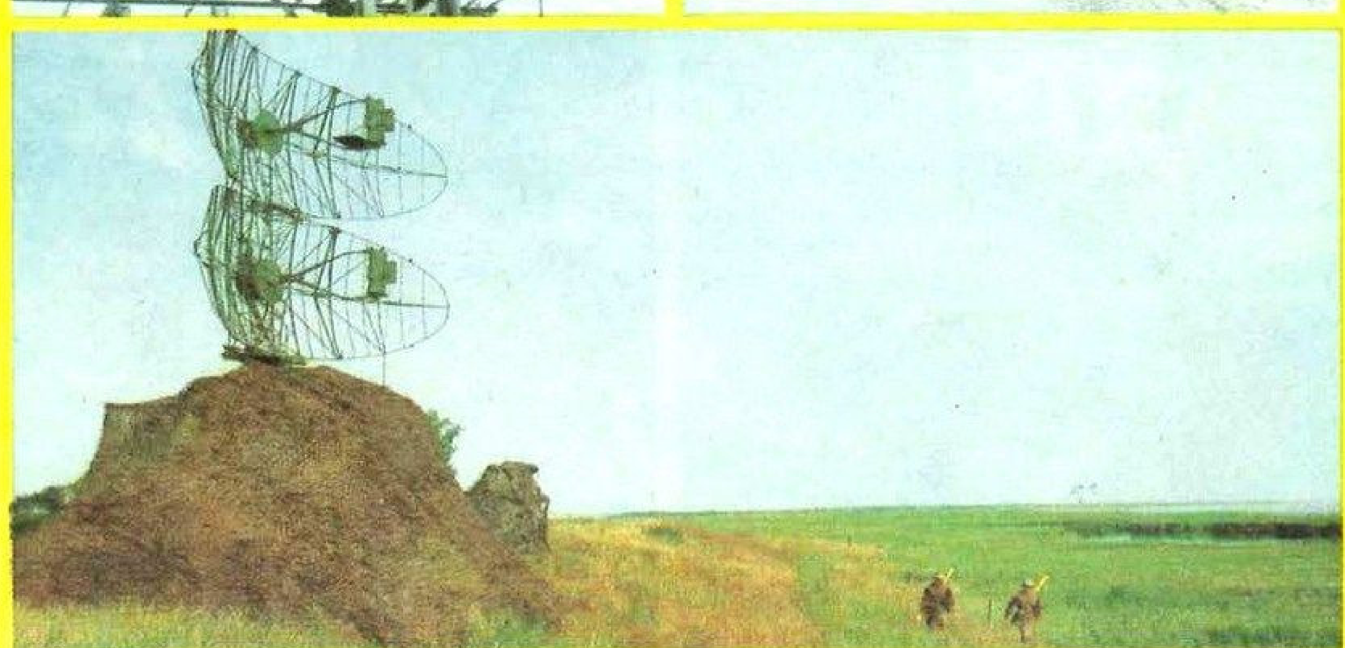

Die Hubschrauber der Marineflieger-kräfte tragen Funkmeßantennen in einer Wulst unter dem Bug



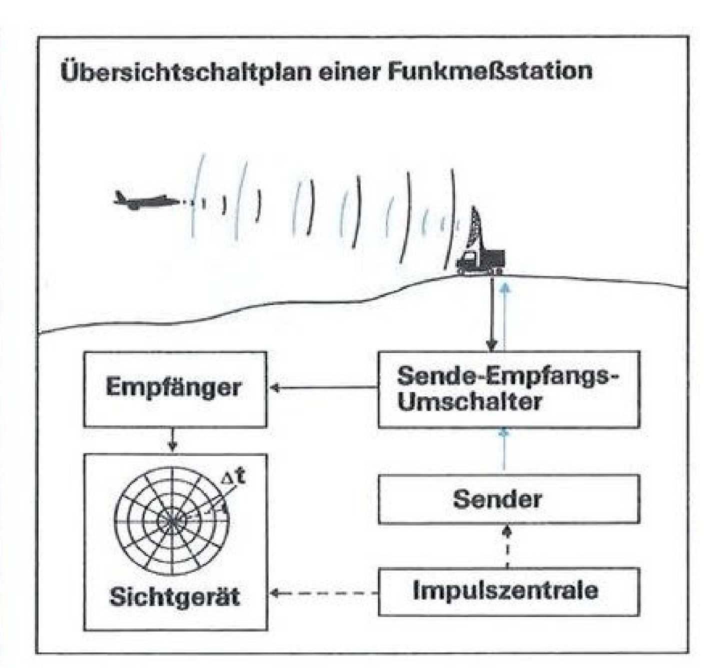
Diese Startrampe der Truppenluftabwehr verfügt über eigene Funkmeßeinrichtungen




Die Wartung der komplizierten Antennen erfordert hohes fachliches Können



Den Fledermäusen abgelauscht



Jahrhundertelang spürte der Mensch dem Geheimnis der Fledermäuse nach. Im Zickzackflug jagen diese Tiere durch dunkelste Höhlen. Jedes Hindernis, selbst haardünne Drähte, quer in ihren Flugweg gespannt, umsteuern sie mit rätselhaftem Geschick. Auch als man den Flugtieren lichtundurchlässige Tücher vor die Augen band, verloren sie in ausgeklügelten Labyrinthen aus Kästen und Fäden die Orientierung nicht.

Vor ungefähr zweihundert Jahren endlich machte der Italiener Lazarro Spallanzani eine Entdekkung. Er verstopfte einigen Fledermäusen ihre großen Ohren. Tatsächlich – mit einemmal waren sie völlig hilflos, „erblindet". Vorerst blieb aber die Frage: Sehen Fledermäuse etwa mit den Ohren?

Es sollte noch bis zum Beginn unseres Jahrhunderts dauern, bevor das Geheimnis der turbulenten Flieger gänzlich entschleiert wurde: Verstopft man nämlich den Fledermäusen ihr Maul, so verlieren sie ebenfalls ihren bewundernswürdigen Orientierungssinn.

Seitdem wissen wir: Die Fledermäuse stoßen vor dem Start und während des Fluges kurze, schrille Schreie aus, die in einem Frequenzbereich von 30 bis 70 kHz liegen und deshalb auf Grund unseres begrenzten Hörvermögens (16 Hz bis 16 kHz) für Menschen nicht wahrnehmbar sind. Dabei „sendet" die Fledermaus in der Sekunde etwa 30 solcher Schallimpulse in den dunklen, unbekannten Raum, alle 33 Millisekunden also einen neuen Sondierungsimpuls.

Während der „Sendepausen" zwischen den Impulsen horcht sie – empfängt sie mit den wie Antennen aufgespannten großen Ohrmuscheln die Echos ihrer Schallimpulse.

Das Orientierungsprinzip der Fledermaus ist damit klar, denn wir wissen: Der Schall legt in je-

Auflösungsvermögen einer Funkmeßstation der Entfernung nach.
Bei geringem Entfernungsunterschied Δe erscheint nur eine Zielmarke (1)

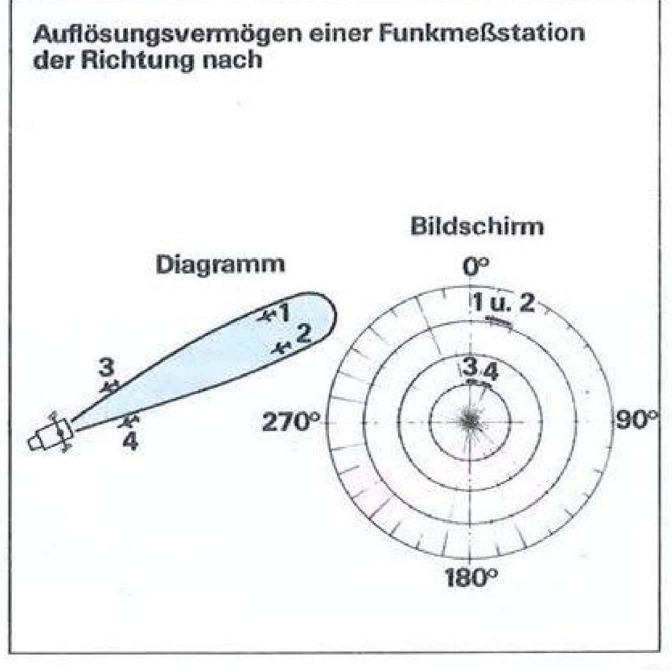
Höhe

Δe

Entfernung (e)

e 1

e 2



der Sekunde 330 m zurück, in einer dreißigstel Sekunde also 11 m. Da der Schallimpuls bis zum Empfang seinen Weg zweifach (bis zum Hindernis und zurück) zurücklegen muß, kann die Fledermaus einen Luftraum von ungefähr sechs Metern vor sich her „abtasten", so Hindernisse ausmachen und umfliegen.

Wer hat ähnliches nicht schon selbst angewendet, wenn er während eines Gewitters nach einem Blitz die Sekunden bis zum Donner gezählt hat, um so auf die Entfernung des Blitzschlages zu schließen? Und kann man nicht auch die Entfernung eines Berges durch Auszählen der Echozeit bestimmen?

Das „Fledermausprinzip" ist aus der modernen Technik unserer Zeit nicht mehr wegzudenken. Auch die Funkmeßtechnik verwendet dieses Prinzip – lediglich mit anderen Mitteln. An Stelle der langsamen Schallwellen nutzt man in funktechnischen Anlagen die lichtschnellen elektromagnetischen Wellen ($v = 300\,000$ km/s). Nachdem wir den Fledermäusen auf die Schliche gekommen sind, fällt es nicht schwer, das Arbeitsprinzip einer Funkmeßstation zu verstehen, denn diese ist eigentlich weiter nichts als eine Präzisionsstoppuhr für millionstel Sekunden.

Ein Hochfrequenzsender wird periodisch, im Rhythmus der Pulsfrequenz, für kurze Zeit (im Mikrosekundenbereich) eingeschaltet und erzeugt dabei leistungsstarke Hochfrequenzimpulse (wir gebrauchen im weiteren die übliche Abkürzung HF-Impulse). Diese werden über einen superschnellen Schalter (SEU) zur kombinierten Sende-Empfangs-Antenne geleitet. Die Antenne strahlt die Impulse als gerichtete elektromagnetische Welle in den Raum. Die Hinterflanke des Sendeimpulses schaltet die Antenne auf den Empfänger um und leitet den Empfangstakt ein, währenddem der Sender pausiert.

Treffen die HF-Impulse auf ein Zielobjekt (beispielsweise auf ein Flugzeug, ein Schiff oder einen Panzer), so werden sie reflektiert. Das Echosignal wird von der Antenne aufgefangen und an den Empfänger weitergeleitet. Hier wird das Signal verstärkt, demoduliert und schließlich mit Braunschen Röhren (ähnlich den in Fernsehgeräten verwendeten Bildröhren) sichtbar gemacht. Die Bildröhren arbeiten über eine Impulszentrale synchron mit der Antenne zusammen. Auf ihrem Schirm werden auf elektronischem Wege außerdem Kilometer-Eichmarken erzeugt. Das ermöglicht das unmittelbare Bestimmen von Richtung und Entfernung der abgebildeten Reflexionsobjekte (Ziele).

Wie dieses einheitliche Funkmeßprinzip für unterschiedliche militärische Aufgabenbereiche genutzt wird, sollen uns die nächsten Kapitel zeigen.

Funktechnische Aufklärung

Rechtzeitige und umfassende Information ist zu einer Schlüsselfrage unserer Zeit geworden. Kein Konstrukteur, kein Arzt, kein Pädagoge kann heute ohne spezifische Informationen schöpferisch arbeiten und seine Aufgaben mit hohem Niveau erfüllen. Umfangreiche Speicher – Bibliotheken, Filme und Computer – stehen den Nutzern zur Verfügung, Tausende von Spezialisten sammeln und ordnen die Flut neuer Informationen.

Ähnlich stehen die Probleme im Militärwesen. Gleich groß wie im zivilen Leben ist der unter den Bedingungen der massenhaften Anwendung moderner Technik gewachsene Bedarf an Informationen, anders dagegen ist jedoch die Art und Weise ihrer Beschaffung.

Die wichtigste Rolle spielen dabei die Informationen über den Gegner. Doch dieser liefert sie nicht freiwillig. Deshalb müssen sie durch Aufklärung gewonnen, das heißt unter schwierigen Bedingungen ermittelt werden. Betrachten wir als Beispiel ein modernes Kampfflugzeug. Es kann mit 2- bis 3facher Schallgeschwindigkeit (2 ... 3 Mach) fliegen. Das aber bedeutet: Es ist in der Lage, das Territorium unserer Republik in 10 bis 15 min zu überfliegen. Um ein so schnelles Flugzeug mit aktiven Mitteln (Abfangjägern oder Fla-Raketen) abwehren zu können, ist seine rechtzeitige und präzise Ortung nötig. Diese komplizierte Aufgabe lösen die Funkmeßtrupps der Aufklärungsstationen.

Zur zuverlässigen Überwachung unseres Luftraums sind unterschiedliche Typen von Funkmeßaufklärungsstationen im Einsatz.

Aufklären heißt für die Funkmeßtrupps:

- Ermitteln der Zielkoordinaten (Entfernung, Seitenwinkel, Höhenwinkel oder Höhe);
- Charakterisieren der Ziele (Zusammensetzung der Zielgruppen, Manöverhandlungen, Anwen-

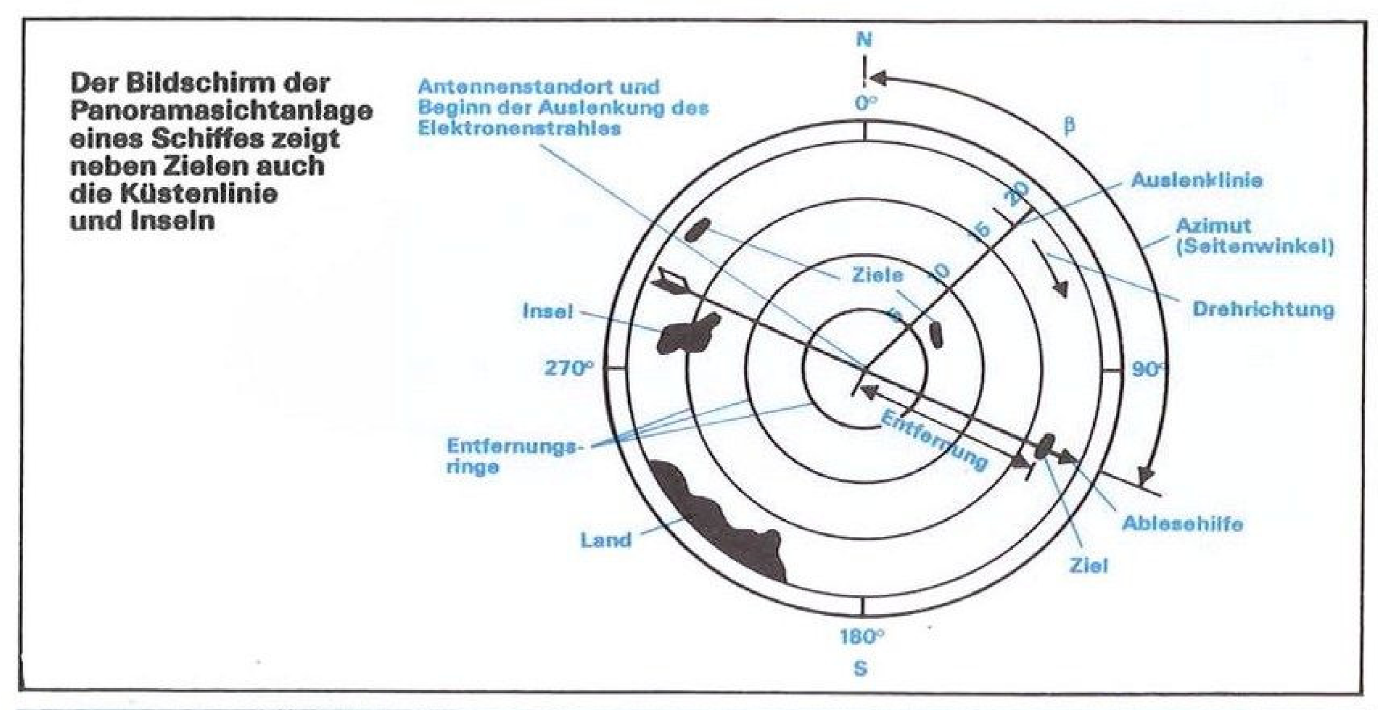
dung von Funkmeßstörungen und anderen Methoden des funkelektronischen Kampfes);
- Identifizieren der Flugkörper als „Gegner" oder „Eigene" durch Kennungsabfrage.

Wesentliche Unterscheidungsmerkmale der Aufklärungsstationen sind:
- die Art ihrer Aufgabe (Rundblickstationen, Höhenfinder, Zielzuweisungsstationen u. a.);
- die Aufklärungscharakteristik (Aufklärungsstationen für Fernaufklärung oder mittlere bzw. kurze Reichweiten; Aufklärungsstationen für unterschiedliche Höhenbereiche u. a.);
- der Frequenzbereich (Meter-, Dezimeter- und Zentimeterstationen);
- die Art ihrer Mobilität (stationäre und fahrbare Aufklärungsstationen);
- der Integrationsgrad (autonome oder in andere Systeme integrierte Aufklärungsstationen).

Am meisten verbreitet sind die Zwei-Koordinaten-Funkmeßstationen. Auf ihren elektronischen Bildschirmen werden die Zielechos in einer Ebene dargestellt, und die Funkorter können an ihnen die jeweils aktuellen Koordinaten „Seitenwinkel" und „Entfernung" der Luftziele bestimmen. Diese Aufklärungsstationen sind auf Grund der charakteristischen Drehbewegung ihrer Antennen, die eine Rundumsuche sichern, zu erkennen.

Durch die pausenlose drehende Suchbewegung der Antennen entsteht auf den Bildschirmen ein regelrechtes Panoramabild der Luftlage. Jedoch kann nicht jede Funkmeßstation alle Entfernungs- und Höhenbereiche des Luftraums erfassen. Aufklärung wird deshalb erst effektiv, wenn verschiedene Stationstypen nach einem genauen topographischen Plan entfaltet werden. Ziel der planvollen „Dislozierung" (Aufstellung) der Aufklärungsstationen ist das Schaffen eines lückenlosen „Funkmeßfelds". Damit wird gesichert, daß kein gegnerisches Flugzeug unbemerkt in unseren Luftraum eindringen kann.

Bereits heute wachen Tag und Nacht unzählige Funkmeßtrupps im Diensthabenden System an den Bildschirmen ihrer Aufklärungsstationen darüber, daß unser Luftraum „sauber" bleibt.





Von nickenden Spezialisten

Sie sind an ihren riesigen nickenden Parabolantennen zu erkennen – Funkmeßstationen zur Bestimmung der Zielhöhe. Ihre Sammelbezeichnung heißt **Höhenfinder.**

Auch dieser Typ von Funkmeßstation dient also der Informationsgewinnung über den Luftgegner und zählt zu den Aufklärungsstationen. Höhenfinder sind hochgradige „Spezialisten", die in der Regel mit Rundblickstationen (RBS) zusammenarbeiten.

Einem Funkmeßkomplex aus RBS und Höhenfinder gelingt es, ein dreidimensionales Funkmeßbild zu schaffen.

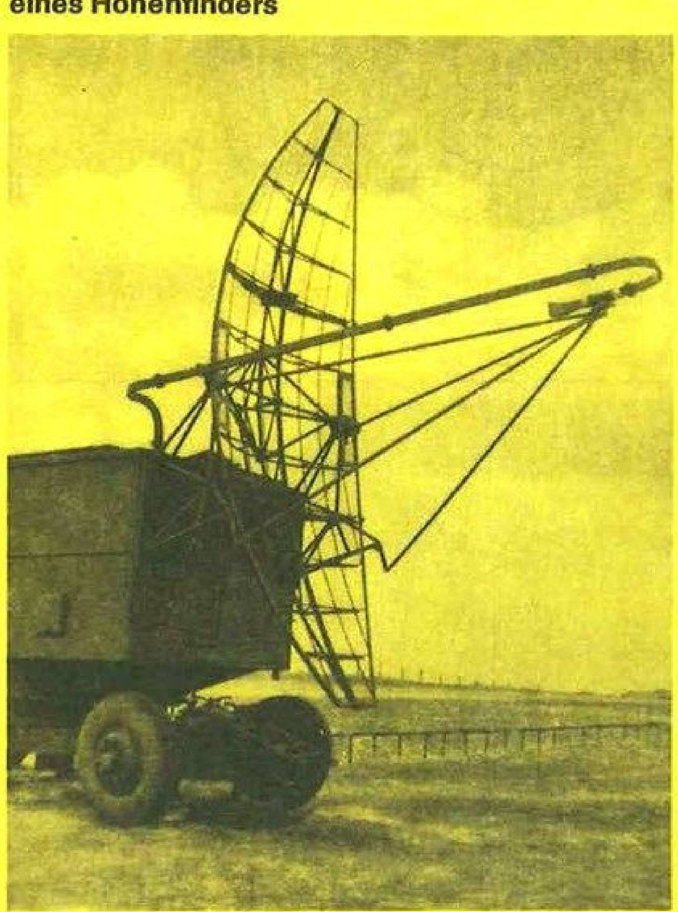
Dabei sind die vom Höhenfinder ermittelten Zielhöhen besonders wichtig, um die Fla-Raketensysteme effektiv einsetzen und die Manöverhandlungen des Luftgegners bewerten zu können.

Die Antenne des Höhenfinders wird in der Regel automatisiert durch Systeme der RBS gesteuert. Soll die Höhe eines bestimmten Luftziels ermittelt werden, so schwenkt die Antenne entsprechend dem „technischen Befehl" der RBS in die Richtung des Zieles.

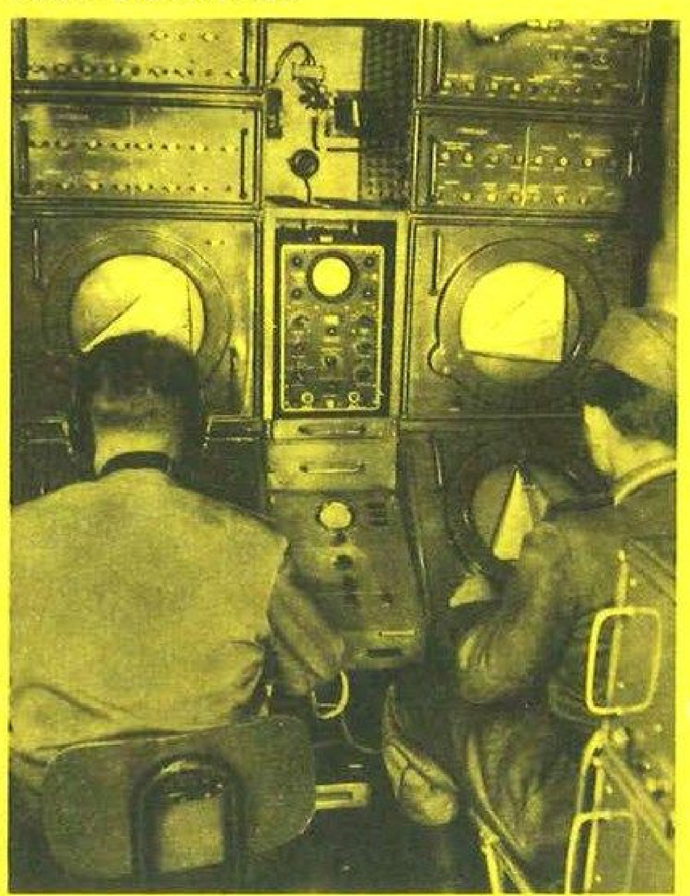
Auf Grund der ständigen vertikalen Nickbewegung der Höhenfinderantenne wird das Ziel durch das Antennendiagramm erfaßt und sein Echo auf einem elektronischen Bildschirm dargestellt. Durch Abdecken des Echos mit einer beweglichen elektronischen Marke bestimmt der Funkorter die Zielhöhe, die als Zahlenwert automatisch an die RBS übertragen wird.

Jetzt können die Funkorter die vollständige Meldung über die Raumkoordinaten des Luftziels (Seitenwinkel, Entfernung und Höhe) melden und im Computer zur weiteren Bearbeitung speichern.

Kabinenvariante eines Höhenfinders



Funkorter während der Gefechtsarbeit an den Bildschirmen



Bei den Funkmeß-gasten

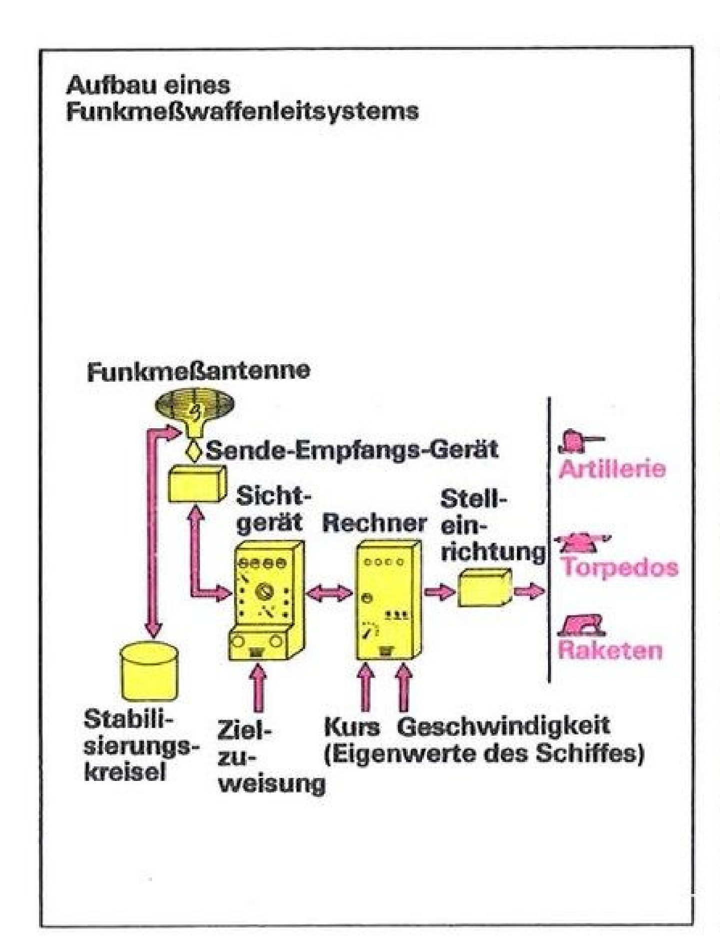
Wir haben bereits in den einführenden Kapiteln erfahren, daß auch bei der Volksmarine für die verschiedensten Zwecke funkmeßtechnische Anlagen eingesetzt werden. Dabei ist auffällig, daß die Funkmeßgasten (so werden die Spezialisten an den maritimen Funkmeßanlagen bezeichnet) einerseits Aufgaben erfüllen, die uns bereits von den Funkortern der Aufklärungs- und Raketenleitstationen der Landstreitkräfte und der Luftverteidigung des Landes bekannt sind, andererseits für die Seestreitkräfte typische Spezialaufgaben lösen. Die Volksmarine verfügt über Kampfschiffe und -boote verschiedener Klassen und Bestimmung. Entsprechend den unterschiedlichen Einsatzzwecken werden folgende **Hauptarten von Schiffsfunkmeßanlagen** verwendet:

— Anlagen zur See- und Luftraumüberwachung;
— Systeme zur Leitung des Waffeneinsatzes;
— Anlagen zur Sicherstellung der Schiffsführung (Navigationsfunkmeßanlagen).

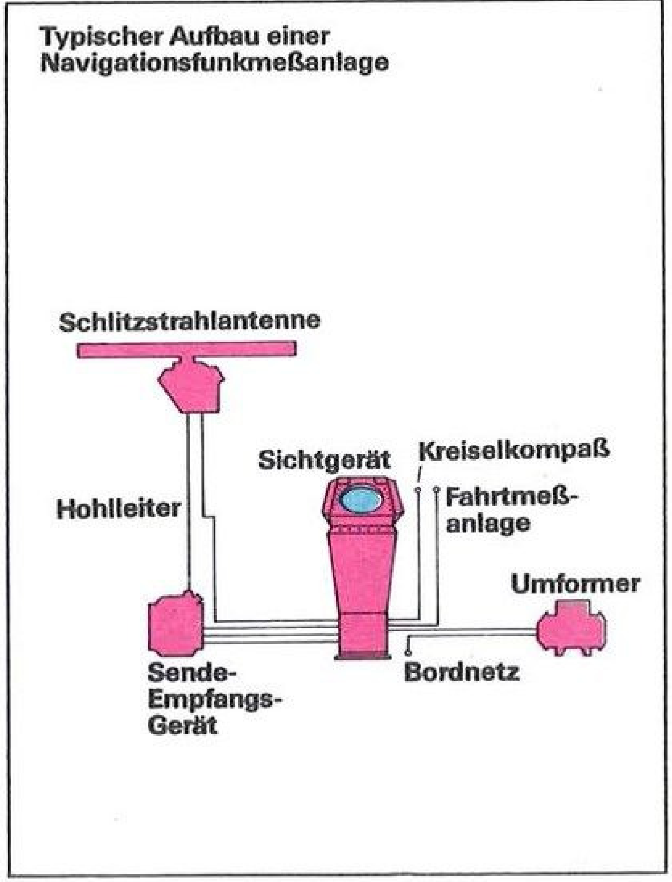
Anlagen zur See- und Luftraumüberwachung gewährleisten die ununterbrochene Aufklärung des Seeraums, der Küste, des Küstenvorfelds sowie des Luftraums.

Mittels der Luft- und Seeraumüberwachungsanlagen müssen die Funkmeßgasten Luft- und Seeziele auf möglichst weite Entfernungen ausmachen (orten), identifizieren (auf technischem Wege Freund und Feind unterscheiden), klassifizieren (nach See- und Luftzielen, Zielgröße, Geschwindigkeit und Art der Gruppierung unterscheiden), die Zielkoordinaten bestimmen und bei Notwendigkeit an die Funkmeßwaffenleitanlagen übergeben. Ihrer technischen Ausführung nach ähneln diese Stationen den Boden-Aufklärungsstationen. Wie diese sind sie durch ihre breiten Parabolantennen zu erkennen, die auf Sektorsuche oder Rundumbeobachtung schaltbar sind. Die Funkmeßgasten arbeiten an Panoramasichtgerä-

Aufbau eines Funkmeßwaffenleitsystems



Typischer Aufbau einer Navigationsfunkmeßanlage



ten, deren Bildschirme die See- und Luftlage übersichtlich darstellen.

Funkmeßwaffenleitanlagen sind für den unmittelbaren Einsatz der an Bord der Kampfschiffe installierten Waffenkomplexe bestimmt. Ein mit diesen Funkmeßsystemen geortetes gegnerisches Schiff oder Flugzeug kann ununterbrochen automatisch verfolgt werden. Während des Verfolgungsprozesses werden die an die Leitanlage gekoppelten Waffen ständig auf das Ziel gerichtet.

Die Verbindung zwischen den Waffen und dem Funkmeßteil wird technisch mit Bordcomputern hergestellt. In den Computer laufen die jeweils aktuellen Zielkoordinaten und die Eigenwerte (Kurs und Geschwindigkeit) der Schiffsbewegung ein. Diese Informationen rechnet er in Stellwerte um, die in der Stelleinrichtung der Waffen zu elektrischen bzw. mechanischen Größen gewandelt und zum automatischen Richten genutzt werden.

Die Funkmeßwaffenleitanlagen werden eingeteilt in:

— Raketen-Funkmeßwaffenleitsysteme;
— Torpedo-Funkmeßwaffenleitsysteme;
— Artillerie-Funkmeßwaffenleitsysteme.

Raketen-Funkmeßwaffenleitsysteme werden hauptsächlich zur Lenkung (Steuerung) von Schiff-Schiff-Raketen und Schiff-Luft-Raketen eingesetzt. Den prinzipiellen Aufbau von Funkmeßwaffenleitsystemen zeigt unsere Abbildung auf Seite 13.

Die Luftabwehr von Schiffen arbeitet nach den gleichen Prinzipien wie ein bodengestütztes System (siehe auch MTH Fla-Raketen).

Auf anderer Grundlage funktioniert die aktive Zielsuchlenkung von Schiff-Schiff-Raketen. Nach Auffassen des gegnerischen Schiffes durch die Funkmeßwaffenleitanlage schaltet diese auf automatische „Zielverfolgung" um. Der Computer rich-



Die Küstenschutzschiffe unserer Volksmarine tragen zahlreiche Funkmeßantennen

Über den Hangars der Raketenschnellboote ist die Funkmeßantenne der Waffenleitanlage angeordnet

tet die Raketen ständig mit und errechnet die jeweiligen Startwerte. Nach dem Start erarbeitet eine raketeneigene Funkmeßanlage den weiteren Raketenkurs bis zum Treffen des Zieles.

Torpedo-Funkmeßwaffenleitsysteme dienen zur Lenkung von Torpedos für die Bekämpfung von Überwasserschiffen. Es werden Selbstlenk- und Zielsuchlenksysteme genutzt.

Bei Selbstlenksystemen erarbeitet die Funkmeßwaffenleitanlage vor dem Ausstoß des Torpedos ein „Laufprogramm". Nach dem Torpedoausstoß folgt dieser dem eingegebenen Kurs bis zur Zielvernichtung.

Zielsuchlenksysteme nutzen in der Regel passive Methoden der Zielsuche. Dabei trägt der Torpedo im Bug einen Schallempfänger, der aufgenommene Schallwellen des Zieles in Steuersignale umwandelt und so das Geschoß sicher in das Ziel lenkt.

Artillerie-Funkmeßwaffenleitsysteme werden zum automatischen Richten der Waffen zur Bekämpfung sowohl von See- und Landzielen als auch von Luftzielen genutzt. Das Feuer wird dabei nicht wie bei ungelenkten Waffen von den Artilleriegasten, sondern vom Funkmeßwaffenleitpersonal an Hand der elektronischen Informationen auf den Bildschirmen geführt.

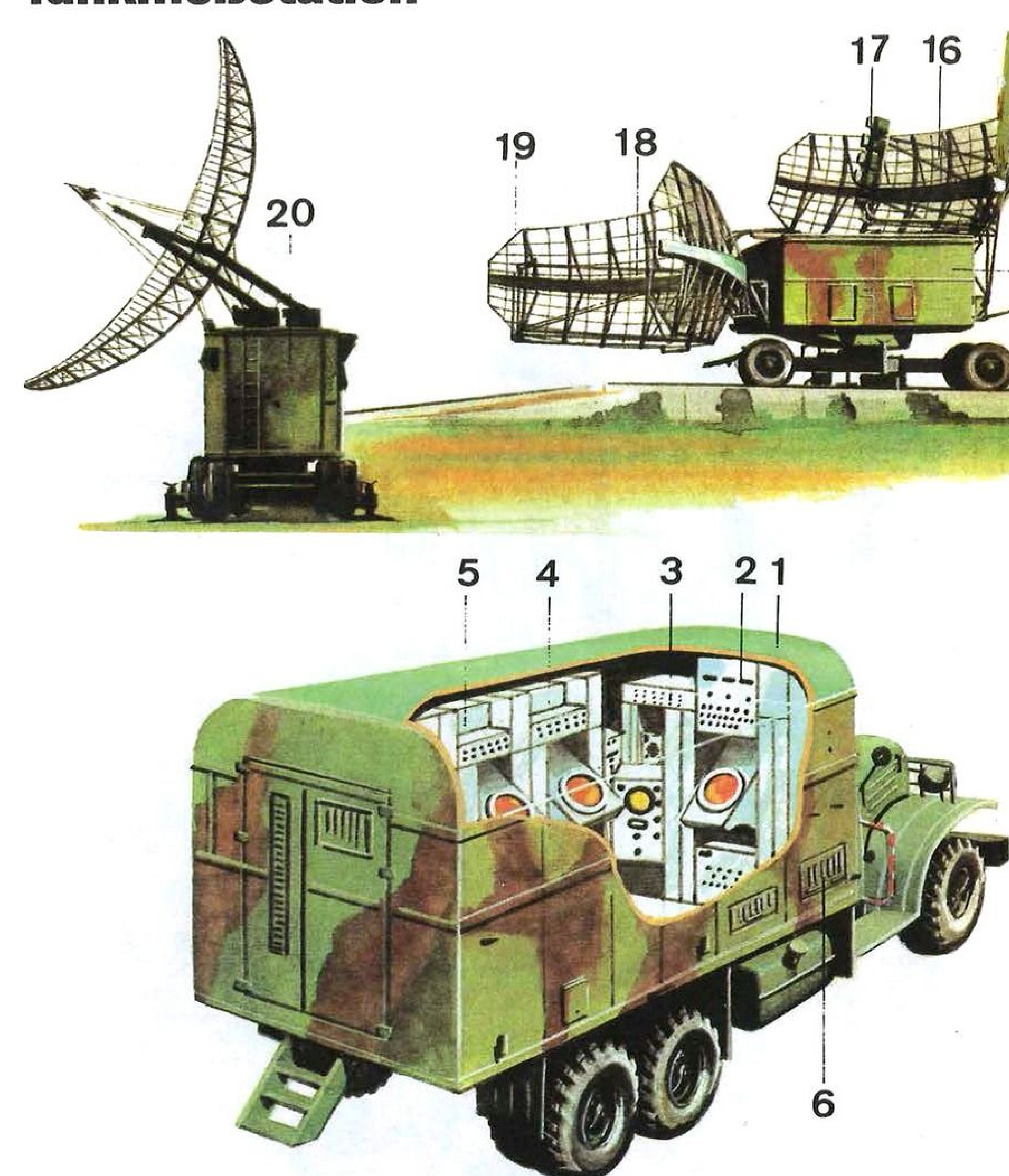
Navigationsfunkmeßanlagen erfüllen spezifische Aufgaben der Orientierung und der Kollisionsverhütung. Moderne Navigationsanlagen verfügen über eine computerbearbeitete Bildschirmdarstellung. Diese erleichtert die Auswertung der Funkmeßinformationen und erhöht die Sicherheit der Schiffe beträchtlich.

Die beschriebenen maritimen militärischen Funkmeßanlagen werden zunehmend in technisch kombinierten Systemen zusammengefaßt, wodurch sich ihre Wirksamkeit weiter erhöht.

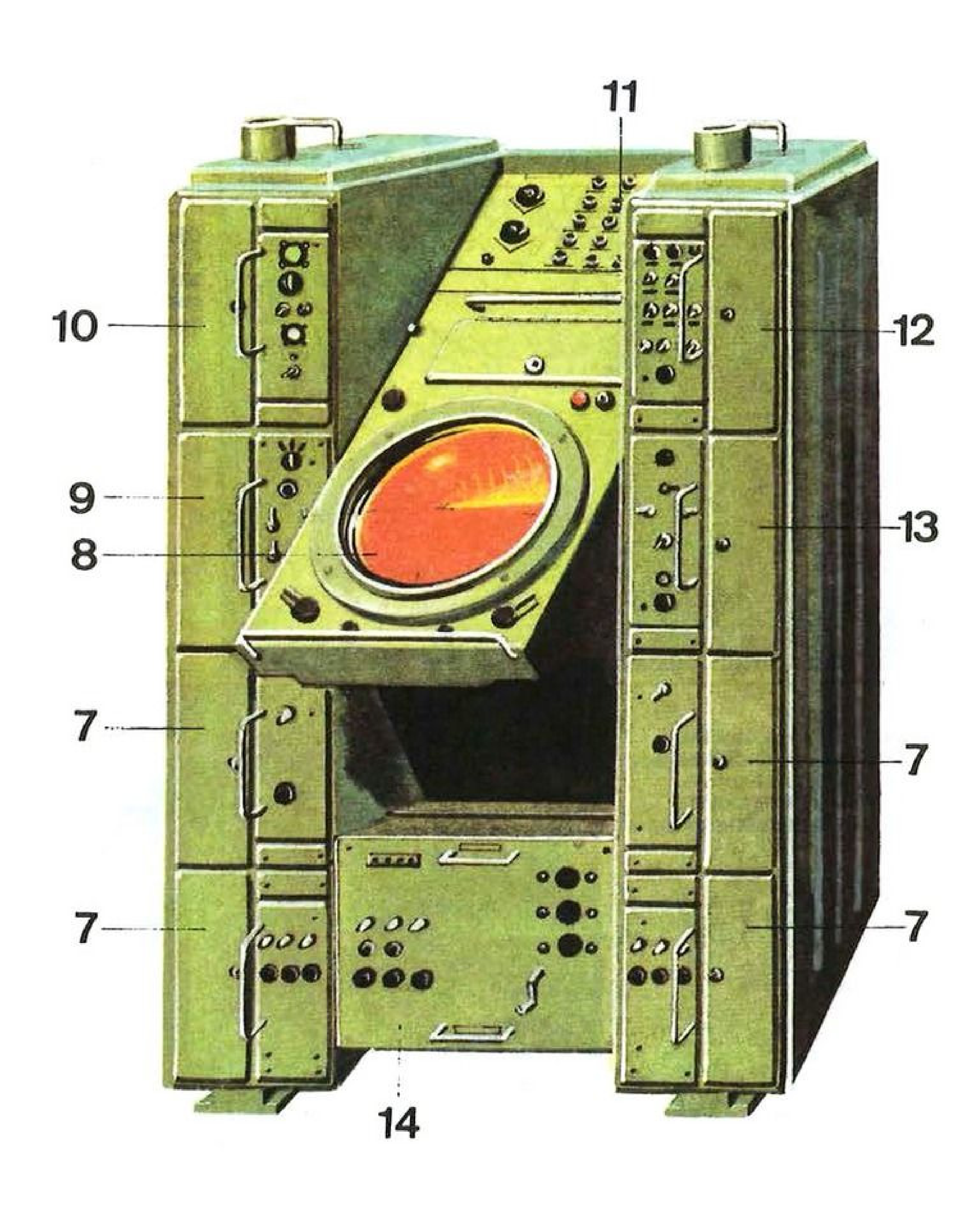


Der Kommandant eines Torpedoschnellboots bei der Arbeit am Sichtgerät

Aufbau einer Aufklärungsfunkmeßstation



1. Sichtgerätefahrzeug
2. Fernbedienungsschrank der Funkmeßstation
3. Steuerschrank
4. Ausschnittsichtgerät
5. Rundsichtgerät
6. Kabelanschlußkasten
7. Stromversorgungsblöcke des Rundsichtgeräts
8. Bildröhre
9. Auslenkblock
10. Verzögerungsblock
11. Kabelanschlußplatte
12. Videomischblock
13. Block des Drehmeldeverstärkers
14. Einschaltblock
15. Sende-Empfangs-Kabine
16. oberer Reflektor
17. Strahler der oberen Antenne
18. unterer Reflektor
19. Strahler der unteren Antenne
20. Höhenfinder mit Kabine



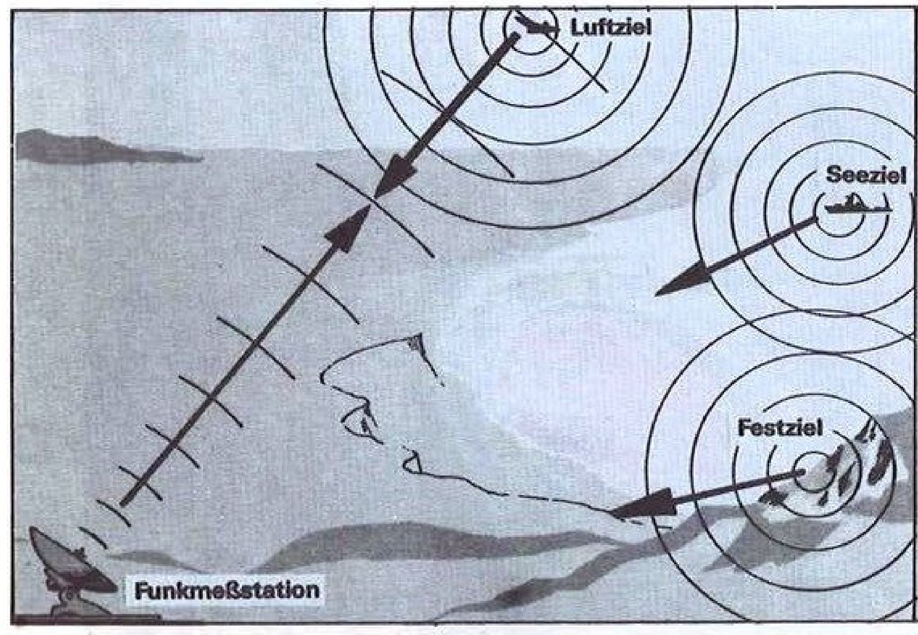
Gesetzmäßigkeiten der Funkortung

Erste Gesetzmäßigkeit der Funkortung:

Die Reflexion

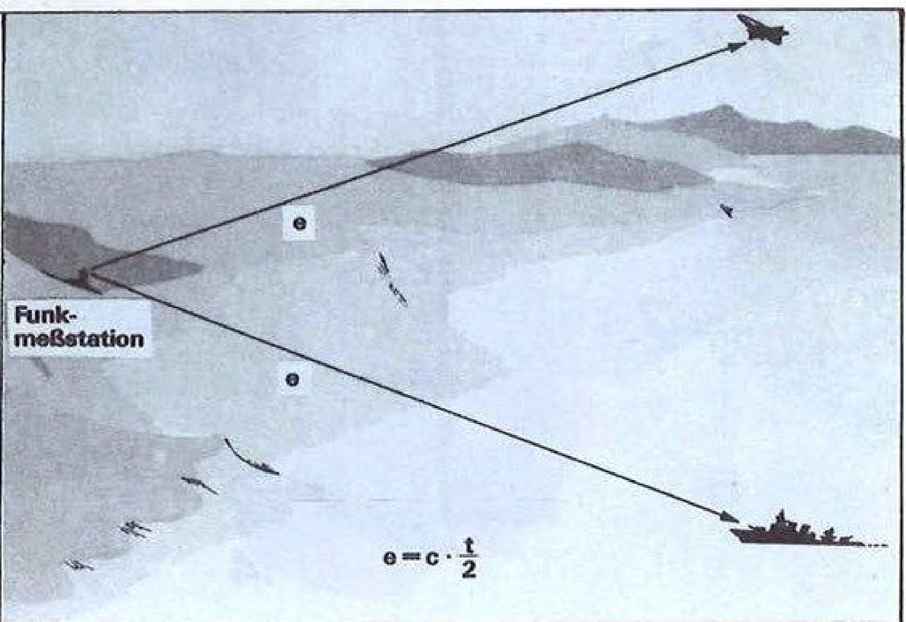
Funkwellen werden von elektrisch leitfähigen Materialien reflektiert. Dabei reflektieren Metalle am besten.

Mit Vergrößerung der geometrischen Oberfläche eines Objekts wächst die Menge der reflektierten Energie. Die Effektivität der Reflexion ist von der Wellenlänge und der Gestalt der Reflexionsflächen abhängig. So reflektieren Körper, deren Größe dem Vielfachen oder der halben Wellenlänge entspricht, besonders intensiv. Dieses Phänomen wird zur funkmeßtechnischen Störung (Düppelstörung) ausgenutzt. Entsprechend diesem Prinzip ergeben Bombenflugzeuge besser auswertbare Echosignale auf den Bildschirmen als die schwächer reflektierenden kleineren Jagdflugzeuge oder gar Raketen.



Die Reflexion der Funkwellen ist die Grundvoraussetzung dafür, daß mit ihrer Hilfe Ziele geortet werden können

Die konstante Ausbreitungsgeschwindigkeit der elektromagnetischen Wellen erlaubt exakte Entfernungsbestimmungen



Zweite Gesetzmäßigkeit der Funkortung:
Die Konstanz der Ausbreitungsgeschwindigkeit

Funkwellen breiten sich im Raum mit der konstanten Geschwindigkeit des Lichtes aus (physikalische Konstante c = 300 000 km/s).

Auf Grund dieser konstanten Ausbreitungsgeschwindigkeit läßt sich die Entfernung von reflektierenden Objekten (Flugzeugen, Schiffen, Panzern u. ä.) durch das Messen der Laufzeit eines Impulses exakt bestimmen.

Befindet sich das Ziel in einer Entfernung e von der Funkmeßstation, so beträgt die Laufzeit *t* der Funkwellen zum Ziel und zurück:

$$t = \frac{2 \cdot e}{c}.$$

Hieraus kann durch Messen von *t* die Zielentfernung errechnet werden:

$$e = c \cdot \frac{t}{2}.$$

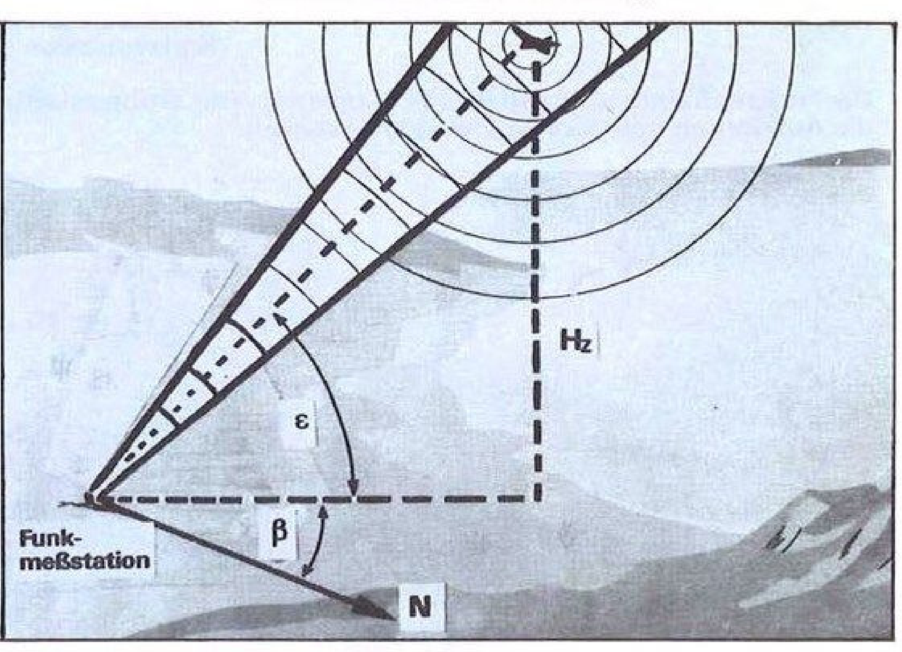
Diese mathematische Umformung wird technisch durch die Sichtgeräte realisiert. Auf dem Bildschirm kann die Zielentfernung unmittelbar abgelesen werden.

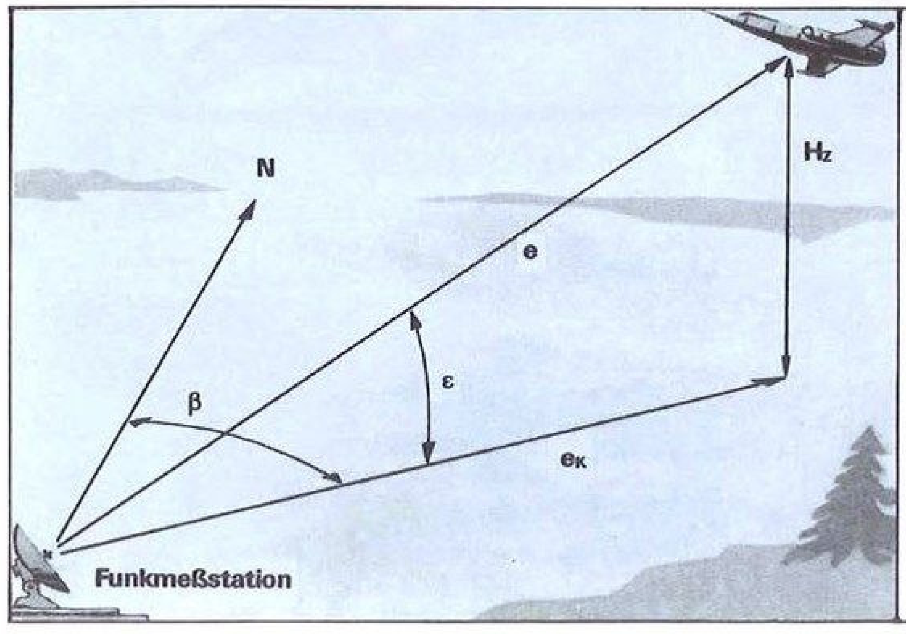
Dritte Gesetzmäßigkeit der Funkortung:
Die Richtwirkung der Funkwellen

In der Funkmeßtechnik werden Antennen mit starker Richtwirkung genutzt. Sie formieren ein einer „Keule" ähnliches und oft auch so bezeichnetes gebündeltes Richtdiagramm. Damit ist es möglich, die Winkelkoordinaten (Seitenwinkel β und Höhenwinkel ε) der Ziele zu bestimmen.

Die Winkelmessung erfolgt über den Synchronlauf von Richtantenne und Auslenkstrahl der Bildröhre. Befindet sich ein Luftziel beispielsweise nördlich der Funkmeßstation, so erscheint das Echo dieses Zieles auf dem Panoramasichtgerät ebenfalls in der Nordrichtung.

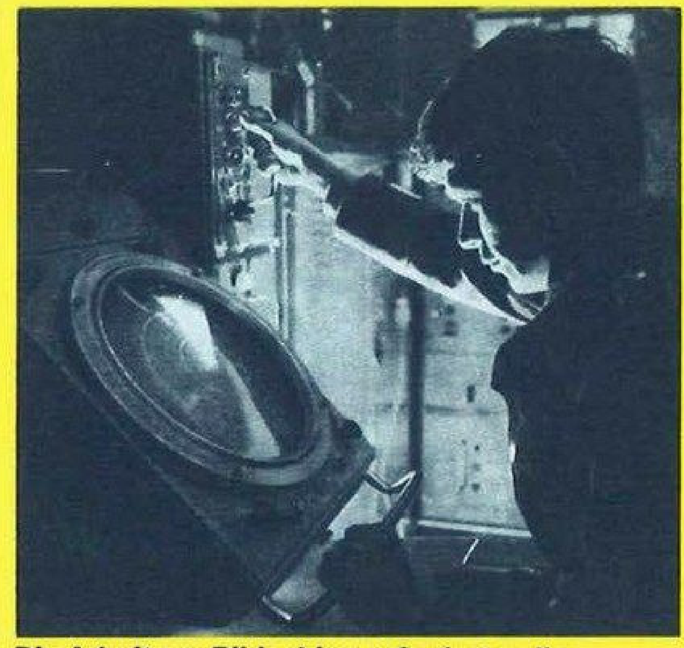
Die Richtwirkung bestimmter Antennenformen ermöglicht die genaue Feststellung der Richtung zu einem Ziel





Durch die summarische Nutzung aller drei Gesetzmäßigkeiten kann man mittels einer Funkmeßstation Entfernung, Richtung und Höhe eines Zieles feststellen

Messen und Richten



Die Arbeit am Bildschirm erfordert volle Konzentration des Funkorters

Die Funkmeßeinrichtungen dieser Startrampe der Truppenluftabwehr sind für die Aufklärung und die Feuerleitung bestimmt

Wir haben bereits erfahren, welche Bedeutung die Funkmeßtechnik für die Aufklärung von Luftzielen hat. Doch mit dem Erhalt der Aufklärungsergebnisse allein ist es noch nicht getan.

Die von den Funkmeßtrupps der Aufklärungsstationen gesammelten Luftlageinformationen gelangen zu automatisierten Feuerleiteinrichtungen oder Zielzuweisungsstationen. Hier wird nach nochmaliger Identifikation (Unterscheidung nach „Eigenen" und „Gegnern") die Entscheidung über die Vernichtung der Luftziele getroffen.

Die Zielzuweisung (Übergabe der Signale der zur Vernichtung ausgewählten Ziele) erfolgt in der Regel computergesteuert direkt von den automatisierten Feuerleiteinrichtungen oder Zielzuweisungsstationen an die aktiven Feuerbatterien (Fla-Raketenbatterien oder Flakbatterien).

Diese Variante der automatisierten Zielzuweisung arbeitet sehr zuverlässig und schnell. Die Information wird praktisch ohne Verzögerung übertragen. Nahezu im selben Moment, da der Funkorter der Zielzuweisungsstation die Zielmarke des zu vernichtenden Zieles mit einem elektronischen Marker abdeckt, gelangt die Zuweisungsinformation zur Leitstation (Raketenleitstation oder Geschützrichtstation, je nach Art der Feuerbatterie), deren Antennen automatisch in Richtung Ziel schwenken.

Die Blicke der Funkorter der Raketenleitstation werden konzentrierter, wenn das rote Tableau „Zielzuweisung" hektisch aufflackert. Schlagartig wechselt ihre Aufmerksamkeit von den zahlreichen Kontrollinstrumenten, Toleranzfeldern und bunten Signallampen auf die elektronischen Bildschirme.

Nur wenige Sekunden vergehen, und die Folgesysteme haben die über den Äther kodiert einlaufenden Steuersignale abgearbeitet. Die Antennen strahlen das Luftziel an. Auf den Bildschirmen fangen die Funkorter ein grünes Echosignal mit den elektronischen Visieren ein. „Ziel aufgefaßt!" meldet laut der Funkorter I.

Jetzt übernehmen „kluge" Automaten die weitere Verfolgung des Luftziels. Wie sich das Ziel auch dreht und wendet, kein noch so raffiniertes Manöver wird ihm ein Ausbrechen ermöglichen, die Leitstation hat es fest „im Griff".

Pausenlos messen die elektronischen Systeme die Entfernung zum Ziel. Der Computer vergleicht sie ununterbrochen mit der Reichweite der Fla-Raketen. Nervenzehrende Sekunden für die Funkorter. Da hat der Computer erste Schußwerte errechnet. „Ziel in der Zone!" meldet er über ein Leuchttableau.

Noch einmal wendet, kurvt, steigt der Luftgegner, läßt er seine Maschine fallen – er bleibt im Antennendiagramm der ihn verfolgenden Raketenleitstation, kann ihr nicht mehr entgehen.

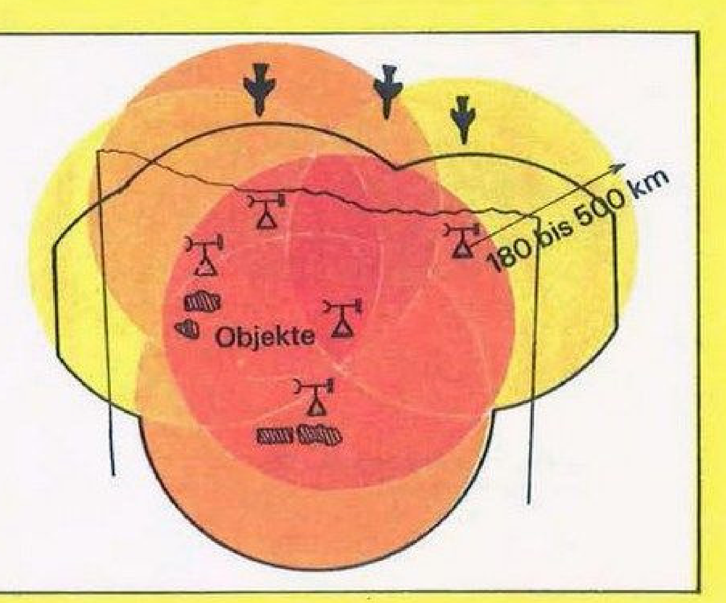
Steuerbefehle werden an die Startrampen gegeben, auf denen sich die startbereiten Fla-Raketen befinden. Augenblicklich schwenken die Lafetten die Fla-Raketen in Richtung Luftziel.

Dann wird die knisternde Spannung in der Leitkabine gebrochen. Der Batteriechef drückt den roten Startknopf. „Start!" meldet er über Funk an den Regimentskommandeur. Doch diesmal bleibt alles ruhig. Kein donnerndes Abheben der Fla-Raketen.

Wir sind Zeuge eines Trainings. Der Raketenstart wird nur elektronisch simuliert. Auf den Bildschirmen der Raketenleitstation sehen die Funkorter die Entfernungsdifferenz zwischen Ziel- und simuliertem Raketenimpuls schnell zusammenschrumpfen. Sie halten vor Spannung den Atem an. Nur eine Frage bewegt sie: Werden sich die beiden Impulse treffen, wird die Rakete das Ziel vernichten?

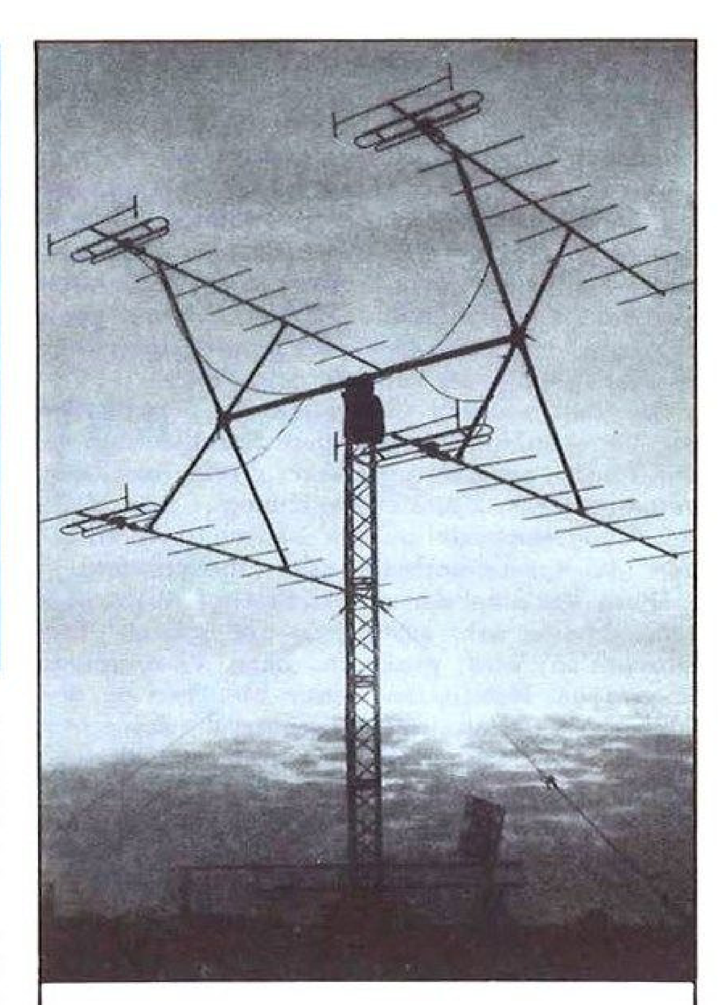
Und dann ist es geschafft! Die beiden steilzähnigen Impulse knicken ineinander und zerfließen zu einem sich schnell auflösenden Nebelfleck: Treffer!

„Ziel mit einer vernichtet!" meldet der Batteriechef.



Funkmeßstationen werden so über das Territorium verteilt, daß sich ihre Beobachtungszonen überdecken und so ein geschlossenes Beobachtungsfeld bilden

Kilo – Mega – Giga – Hertz

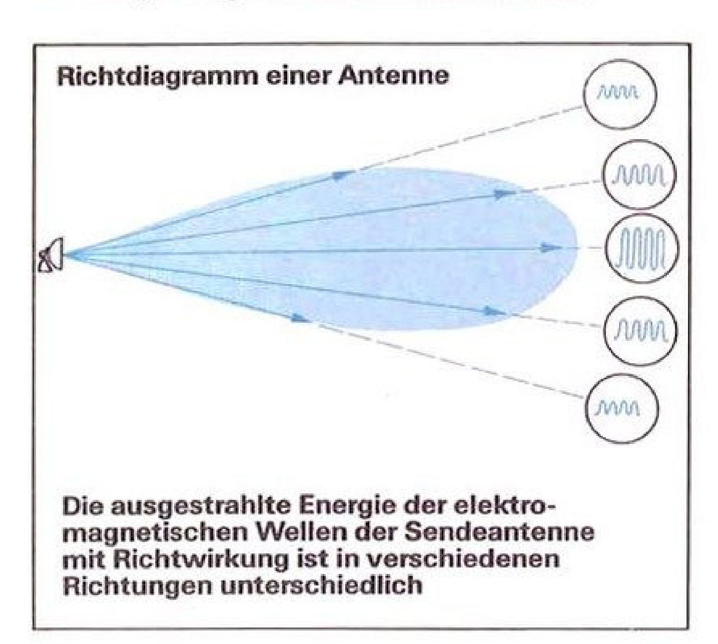


Die Yagi-Antennen sind typisch für Wellenlängen im Meterbereich. Wegen der damit verbundenen großen Reichweite eignen sie sich besonders für Aufklärungsstationen. Mit ihnen werden Entfernungen und Richtungswinkel zu den aufgeklärten Zielen festgestellt. Die Antennen rotieren deshalb um eine vertikale Achse.

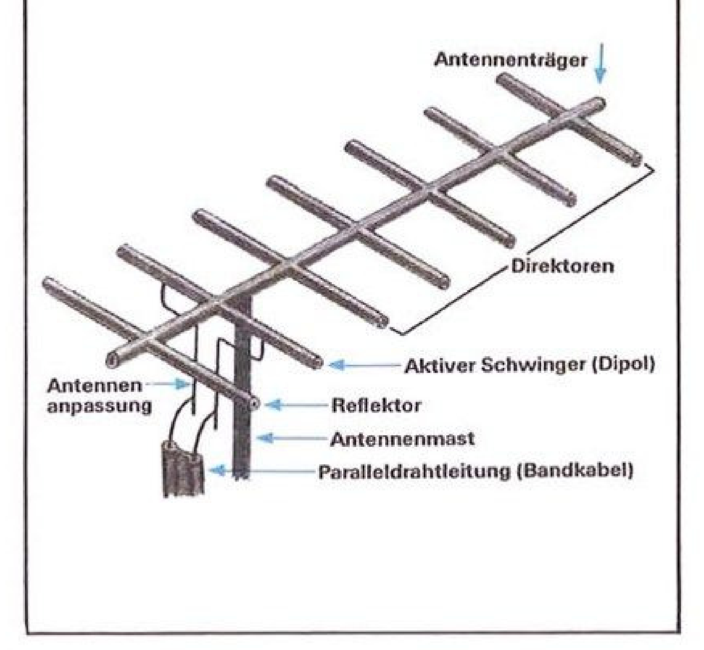
Begegnet man einer entfalteten Funkmeßstation, dann fallen als erstes die Antennensysteme auf. Die Antennen der Funkmeßtechnik sind tatsächlich so etwas wie ein Blickfang. Das liegt wohl einmal an ihren ungewöhnlichen Formen und großen Ausmaßen, zum anderen an ihren Bewegungsvarianten.

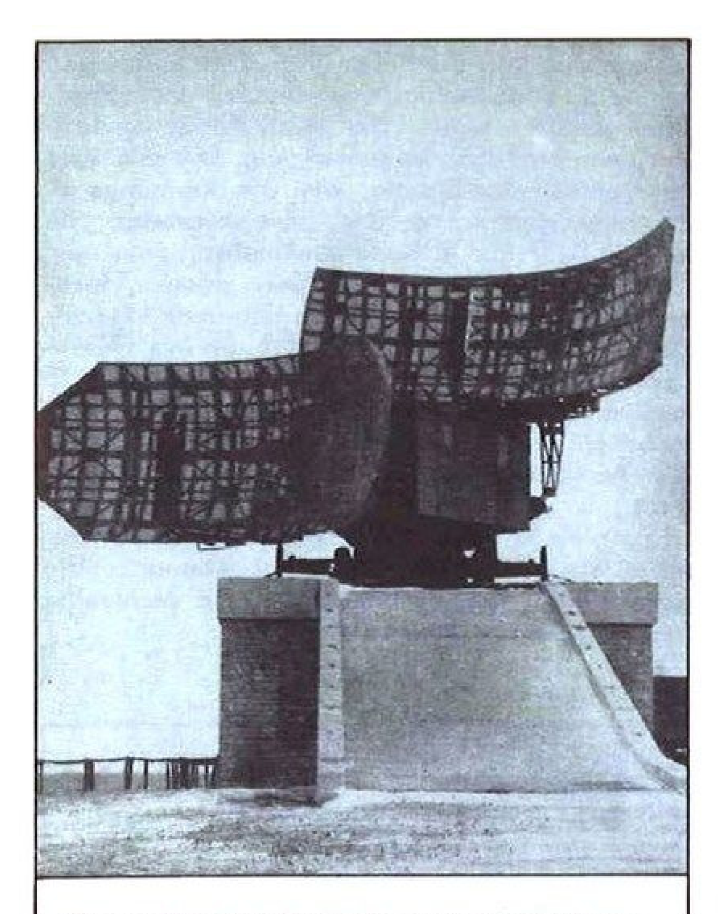
Auffällig ist auch die Formenvielfalt der Funkmeßantennen. Da gibt es Yagi-Antennen, die den Fernsehantennen auf den Dächern unserer Häuser ähneln, diese aber in ihren Ausmaßen übertreffen. Dann fallen Parabolantennen auf, deren Gittergeflechte, entweder waagerecht oder senkrecht gestellt, die Luft gleichsam zu sieben gedenken. Der Formenreichtum der Antennen hat seine Ursache in dem abgestrahlten Frequenzbereich (Kilo-, Mega- oder Gigahertz) oder, wie man auch sagen kann, in der Wellenlänge (Meter-, Dezimeter- oder Zentimeterbereich), mit der die jeweilige Funkmeßstation arbeitet.

Richtdiagramm einer Antenne



Die ausgestrahlte Energie der elektromagnetischen Wellen der Sendeantenne mit Richtwirkung ist in verschiedenen Richtungen unterschiedlich



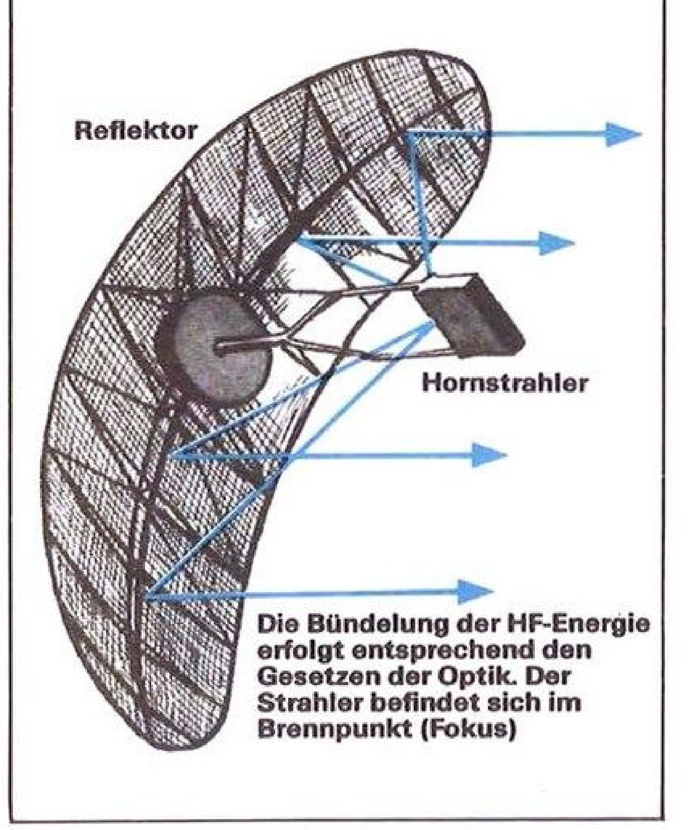


Der große Aufwand für die besondere Gestaltung der Funkmeßantennen ist erforderlich, um eine hohe Richtwirkung zu erreichen. Dabei gilt folgender Grundsatz: Je kürzer die Wellenlänge der abzustrahlenden Sendeleistung, um so besser läßt sich die hochfrequente Energie bündeln.

Eine Zentimeter-Station hat demnach ein engeres Richtdiagramm als eine Meter-Station. Mit Zentimeter-Technik kann deshalb auch die Richtung der zu ortenden Ziele genauer bestimmt werden.

Weshalb man dann nicht nur Zentimeter-Stationen verwendet, könnte man jetzt fragen. Als Antwort ist da vor allem die Tatsache zu nennen, daß die Reichweite der Meter-Stationen wesentlich über der von Zentimeter-Stationen liegt (wenn die gleiche Sendeleistung zugrunde gelegt wird). Dieses Beispiel verdeutlicht, daß viele technische Lösungen ein Kompromiß sind. Jeder Vorteil zieht Nachteile nach sich. Die Vielfalt der Antennen hat also ihre Ursachen in der Vielfalt der technischen Aufgaben. Eine Universalantenne für Funkmeßstationen kann es deswegen nicht geben.

Die großen Parabolantennen arbeiten gewöhnlich im Dezimeterbereich. Wir finden sie sowohl bei Aufklärungs- als auch bei Jägerleitstationen. Sie vereinen eine gute Ortungsgenauigkeit mit großer Reichweite, erfordern dafür aber einen umfangreichen technischen Aufwand.



Die Bündelung der HF-Energie erfolgt entsprechend den Gesetzen der Optik. Der Strahler befindet sich im Brennpunkt (Fokus)



Die Parabolspiegelantennen arbeiten im Zentimeterbereich. Sie erreichen die höchste Ortungsgenauigkeit und werden deshalb vor allem für Raketenleitstationen eingesetzt.

Elektromagnetische Wellen zwischen Freund und Feind

Blickt der Funkorter auf den Bildschirm seiner Funkmeßstation, so signalisieren ihm die hellleuchtenden Echopunkte Flugkörper, die sich mit unterschiedlicher Geschwindigkeit und verschiedenem Kurs im Luftraum bewegen. „Freund" und „Feind" kann er dabei erst einmal nicht auseinanderhalten, denn die Echos der eigenen und der gegnerischen Flugkörper haben gleiches Aussehen. Der Funkorter *muß* aber unterscheiden, *muß* den Gegner identifizieren – wie sonst sollte dessen Bekämpfung eingeleitet werden?

Diese Aufgabe löst der Funkorter mit einer speziellen Einrichtung, dem Kennungsgerät.

Diese Kennungsgeräte sind Bestandteil jeder Funkmeßstation, egal, ob sie als Aufklärungsstation der Fla-Raketentruppen, als Geschützrichtstation einer Flakbatterie, in einem Flugzeug oder auf einem Kriegsschiff eingesetzt ist.

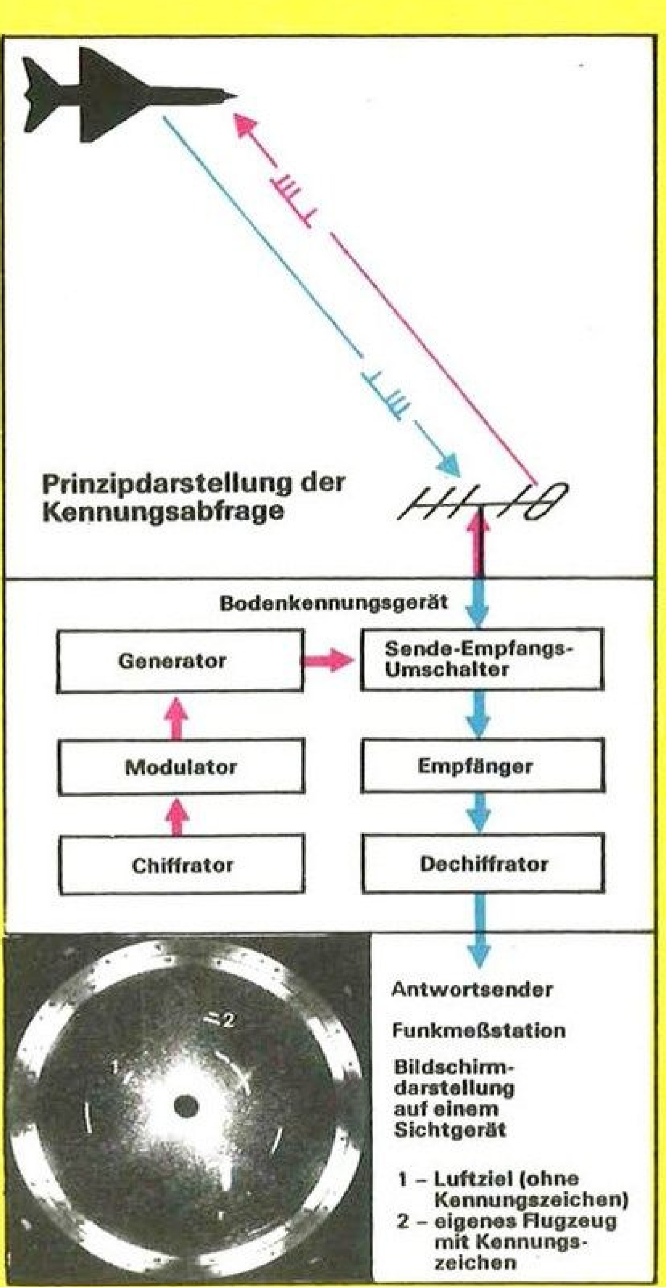
Die Kennungssysteme bestehen jeweils aus einem Bodenabfragegerät und aus dem Antwortgerät an Bord der eigenen Flugkörper (Schiffe). Vom Bodenabfragegerät werden kodierte Funksignale zum Flugkörper abgestrahlt. Im Antwortgerät werden die Kennungssignale entschlüsselt und bei Übereinstimmung der Kodierung Antwortsignale formiert und abgesendet.

Diese Kennungsantwort wird auf dem Bildschirm der abfragenden Funkmeßstation als zusätzlicher Impuls neben dem Flugzeugecho sichtbar – jetzt kann der Funkorter den Flugkörper identifizieren.

Die Kennungsabfrage funktioniert fast zeitlos. Erscheint ein Echoimpuls auf dem Bildschirm, so fragt der Funkorter durch Pedaldruck ab, und sofort erscheint die Antwort (bei eigenen Flugzeugen) – oder sie bleibt aus (bei gegnerischen Flugkörpern).

Bedenkt man die hohen Fluggeschwindigkeiten moderner Kampfflugzeuge, so kann dies auch nicht anders sein. Innerhalb weniger Sekunden müssen die Kommandeure ihre Entscheidungen über die Vernichtung angreifender Luftkampfmittel getroffen haben. Die Identifikation ist dazu eine unentbehrliche Voraussetzung. Deshalb sind die Freund-Feind-Geräte, wie die Kennungsgeräte auch genannt werden, weit verbreitet. Sie werden nicht nur in Bodenfunkmeßstationen genutzt. Auch ein Flugzeugführer, dessen Heckschutzgerät sich ihm von hinten nähernde Maschinen signalisiert, muß sofort wissen, ob ihm Gefahr droht und ob er Ausweichmanöver einleiten muß oder ob er seinen Kurs ungefährdet beibehalten darf, weil es sich um ein eigenes Flugzeug handelt. Auskunft darüber gibt ihm sein Kennungsgerät.

Das gleiche Problem ist durch Schiffsbesatzungen zu lösen. Auch sie müssen unbekannte Schiffe identifizieren, um feindliche Objekte rechtzeitig erkennen und bekämpfen zu können.



Bildschirmdarstellung auf einem Sichtgerät

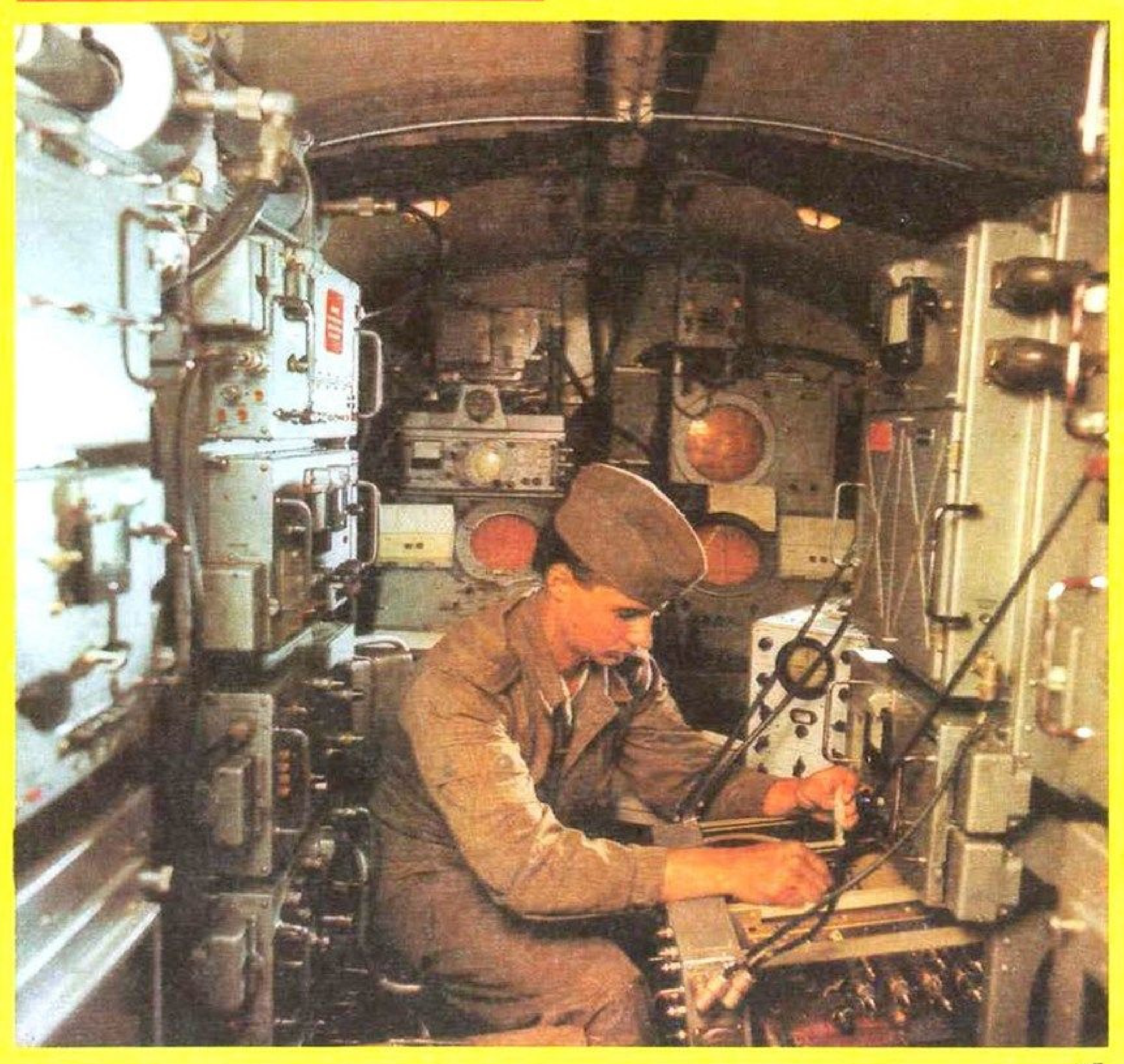
1 – Luftziel (ohne Kennungszeichen)
2 – eigenes Flugzeug mit Kennungszeichen

Stoppuhr für millionstel Sekunden

Wir wissen bereits: Funkwellen bewegen sich mit Lichtgeschwindigkeit, also mit 300 000 km/s, durch den Äther.

Die Suchimpulse unserer Funkmeßstationen sind sehr kurz – ihre Dauer liegt im Bereich von Bruchteilen einer Mikrosekunde (1 µs = 1 millionstel Sekunde).

Wie kann man solche Zeiten überhaupt messen? Und wie lassen sich die Bewegungsprozesse der Ziele darstellen? Hier hilft uns die Braunsche Röhre, die jeder täglich beim Fernsehen nutzt und die ihren Namen nach dem Erfinder Karl Ferdinand Braun trägt. Ein kleiner Unterschied besteht allerdings gegenüber der Fernsehröhre: Die Bildschirme der Funkmeßstationen sind meist rund, und es wird nicht in waagerechten Zeilen geschrieben wie auf unserem Bildschirm daheim. Der Lichtpunkt (die Spitze des Elektronenstrahls) läuft vielmehr vom Mittelpunkt des Bildschirmes auf dem kürzesten Weg zum Rand und springt



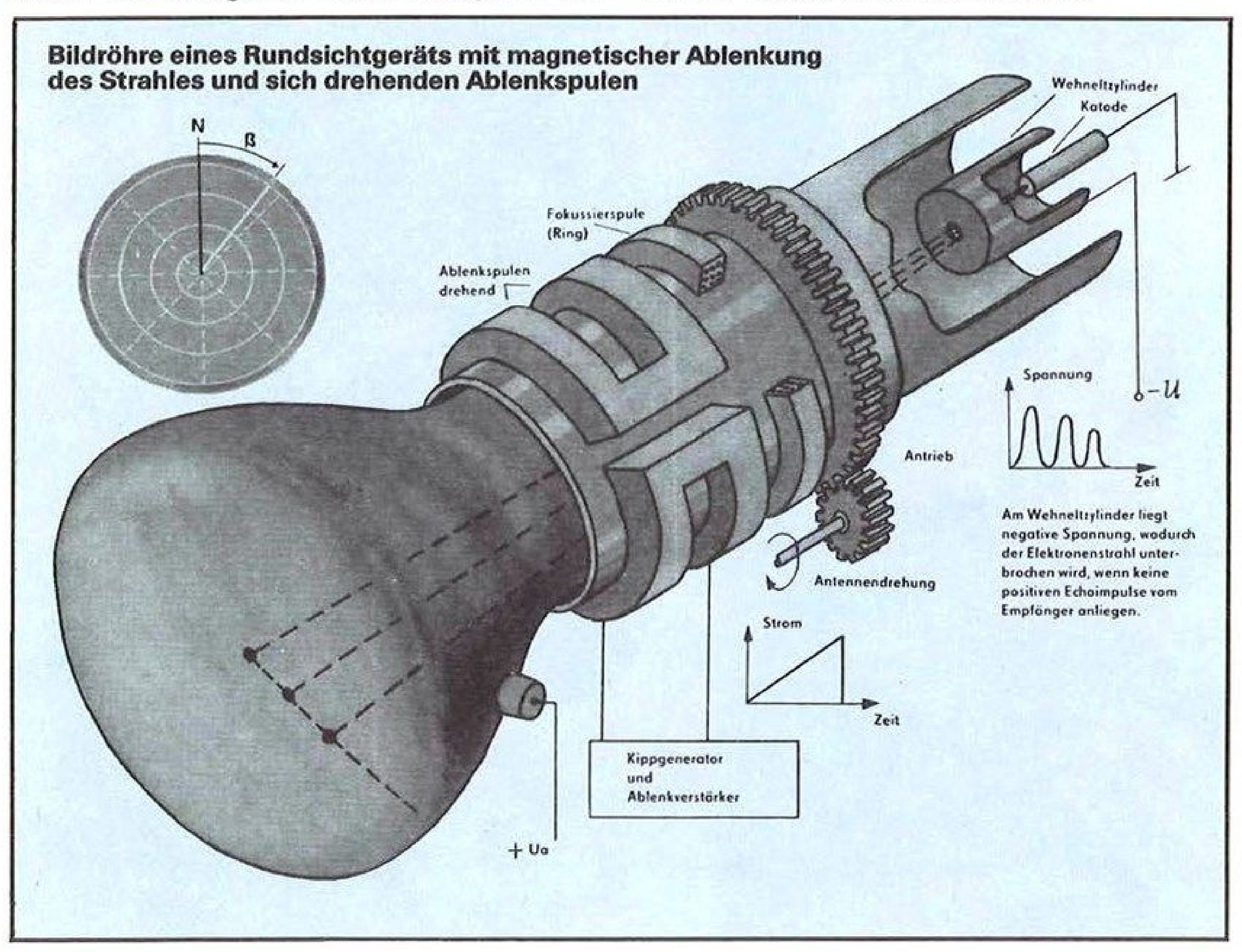
dann zurück. Dieser Schreibvorgang erfolgt durchschnittlich tausendmal in jeder Sekunde, gerade so oft, wie der Suchimpuls auf Reisen geht. Der Funkorter regelt dazu die Helligkeit so ein, daß er nicht von dem Lichtpunkt geblendet wird.

In dem Moment, da ein Sendeimpuls die Antenne verläßt, beginnt der Auslenkstrahl seine „Schreibaktion". Trifft der Sendeimpuls auf ein Flugzeug, so wird er reflektiert, wieder von der Antenne aufgefangen und als heller Leuchtfleck auf dem Panoramabildschirm (bzw. als heller Zakken auf einem Entfernungssichtgerät mit Linearauslenkung) sichtbar. Dabei ist der Grad der Auslenkung des Elektronenstrahls bei der Darstellung eines Zielpunkts sowohl Maß für die Entfernung des Zieles als auch Angabe der Zeit, die der Such- und der Antwortimpuls zum Durcheilen der Zielentfernung benötigt haben. Und diese liegt, wie wir bereits erfahren haben, in der Größenordnung von millionstel Sekunden.

Aber die Antenne der Funkmeßstation steht ja nicht still. Sie dreht sich mit 6 bis 20 Umdrehungen je Minute, und so tastet das Antennendiagramm unaufhörlich den Luftraum ab. Synchron zur Antennendrehung wird der Auslenkstrahl auf dem Bildschirm gedreht. So entsteht auf dem lange nachleuchtenden Schirm ein umfassendes Abbild der Luftlage, in deren Mittelpunkt die Funkmeßstation steht. Würde der Bildschirm unseres Fernsehgeräts zu Hause ebenfalls lange nachleuchten, so gäbe es ein heilloses Durcheinander der beweglichen Bilder. Beim Rundsichtgerät ist für die Panoramadarstellung ein langes Nachleuchten der Signale beabsichtigt und erforderlich. So kann der Funkorter ein Zielecho über mehrere Antennenumdrehungen als „Trasse" verfolgen. An Hand der Abstände zwischen den Einzelechos kann er auf die Geschwindigkeit des Zieles schließen. Der Trassenweg gibt Auskunft über Zielkurs und Manöverhandlungen des Luftziels. Außerdem muß der Funkorter die Zielechos numerieren, was ihm auf Grund des Nachleuchtens besser gelingt.

Die Braunsche Röhre ist aus diesen Gründen ein Hauptbauelement jeder Funkmeßstation. Sie dient als Anzeigegerät zur Positions- und Kursbestimmung schnell fliegender Ziele. Sie ermöglicht gleichzeitig die optische Identifikation von Flugkörpern und Schiffen.

In zahlreichen Sonderausfertigungen wird die Braunsche Röhre mit Computern gekoppelt, wodurch sie die Darstellung von Sondersignalen ermöglicht, die die Kommandeure von Fla-Raketeneinheiten unterstützen, das komplizierte Gefecht mit dem Luftgegner effektiv zu führen.



Bildröhre eines Rundsichtgeräts mit magnetischer Ablenkung des Strahles und sich drehenden Ablenkspulen

Training am Funkmeß-Simulator



Auf dem Bildschirm des Simulators können die verschiedensten Gefechtssituationen dargestellt werden

Die Militärspezialisten, die ihren Dienst als Funkorter an den Funkmeßgeräten der Luft- und der Landstreitkräfte sowie der Volksmarine versehen, müssen hart trainieren, um zu militärischer Meisterschaft zu gelangen.

Was jeder Oberschüler, jeder Lehrling schon wiederholt durch eigenes Erleben kennengelernt hat, das gilt auch für das Militärhandwerk: Es ist noch kein Meister vom Himmel gefallen. Und diese Erkenntnis gilt für Funkorter in besonderem Maße, zählt ihre Technik doch zur kompliziertesten, die im Militärwesen eingesetzt wird.

Betritt ein Funkorter zum erstenmal die Kabine seiner Funkmeßstation, so kann er nach anfänglichem Staunen in ein Zaudern verfallen.

Hunderte bunte Signallampen blinken ihn an.

Funkorter in der Ausbildungsklasse

Dutzende Zeiger pegeln sich in markierte Toleranzfelder der Meßinstrumente ein. Leuchttableaus fordern zum Handeln auf oder melden technische Parameter. Erlebt der Neueingestellte dann gar erste Episoden der Gefechtsarbeit seiner Genossen, die er forthin tatkräftig und gekonnt unterstützen soll, so kommt er häufig zu dem Schluß: Das schaffe ich nie!

Doch bis jetzt hat es mit dem nötigen Trainingsfleiß und der Hilfe der Ausbildungsoffiziere ein jeder geschafft. Der Soldatenalltag des Funkorters heißt deshalb: Trainieren – trainieren und nochmals trainieren!

Für diese Aufgabe stehen ihm klug ausgetüftelte elektronische Ziel-Simulatoren zur Verfügung. Diese ermöglichen es, das Gefecht mit dem Luftgegner unter den komplizierten Bedingungen eines möglichen Krieges zu simulieren und zu trainieren.

Heute leisten die elektronischen Simulatoren mehr, als durch reale Zieldarstellungsflüge mit Maschinen der Luftstreitkräfte für das Training der Funkorter erreicht werden kann. Die meisten Simulatoren sind computergesteuert. Umfangreiche Trainingsprogramme sichern die methodisch zweckmäßige Ausbildung der Funkorter. So gibt es Programme für die Anfangsausbildung, die einen einfachen Beginn der Gefechtsarbeit, das Erlernen der Grundfertigkeiten ermöglichen. Dann werden schwierigere Zielkurse simuliert. Der Funkorter lernt, mit allen Tücken eines möglichen Gegners fertig zu werden. Bald gelingt es ihm, schnell fliegende Ziele in der vorgegebenen Normzeit zu bearbeiten. Schließlich sieht er die Zielechos auch, wenn sie hinter dem chaotischen Schleier von Funkmeßstörungen versteckt erscheinen. So helfen die modernen Luftlage-Simulatoren den Funkortern, sich mit allen Schwierigkeiten des Luftabwehrgefechts vertraut zu machen.

Das Training am Simulator ist hart. Doch alle Funkorter der Aufklärungs- und Waffenleitstationen wissen, welche verantwortungsvollen Aufgaben sie in ihren Funkmeßtrupps zu erfüllen haben. Ihr Trainingsfleiß und ihr solides militärisches Können tragen wesentlich dazu bei, den Frieden stabiler zu machen.


Lehrkabinett mit einer Funkmeßstation der Fla-SFL ZSU-23-4 „Schilka"



Krieg im Äther

Ein Gesetz des Militärwesens ist: Die Entwicklung jeder Waffe wird mit der Entwicklung einer Gegenwaffe beantwortet; dem Einsatz jedes neuen funktechnischen Systems folgt der Einsatz von Störsystemen.

So ist es verständlich, daß die Funkmeßtechnik schon bald nach ihrer ersten militärischen Nutzung bereits im zweiten Weltkrieg durch verschiedene technische Mittel gestört wurde, um ihre Wirksamkeit einzuschränken.

Diese ersten gegen Funkmeßstationen gerichteten Störsysteme wurden nach dem zweiten Weltkrieg rasch weiterentwickelt und vervollkommnet.

Gegenwärtig verfügen die NATO-Militärs über eine umfangreiche Palette von Störmitteln, die sie gegen unsere Funkmeßtechnik einsetzen können. Den geplanten Einsatz von Funkmeßstörungen fassen sie unter dem Begriff „Elektronischer Krieg im Äther" zusammen. Nach Ansichten der NATO-Militärs schützen gezielte Funkmeßstörungen ihre Luftstreitkräfte weitaus besser vor unserer Luftabwehr als das Feuer ihrer Maschinen mit Bordwaffen und Raketen. Diese Ansichten bewegen alle NATO-Armeen zu konzentrierten Anstrengungen, Mittel und Methoden zu entwickeln, die die Wirksamkeit unseres Luftabwehrsystems einschränken oder völlig unwirksam machen sollen. Die Hauptmittel des „Krieges im Äther" gegen Funkmeßstationen sind:
- aktive Funkmeßstörungen,
- passive Funkmeßstörungen und
- Antifunkmeßraketen.

Aktive Funkmeßstörungen werden durch Funksender erzeugt, die auf den Arbeitsfrequenzen der zu störenden Funkmeßstation arbeiten.

Die Störsender werden an Bord von Jagd- und Bombenflugzeugen oder speziellen Störflugzeugen installiert. Auch der Abwurf von Störsendern an Fallschirmen ist vorgesehen.

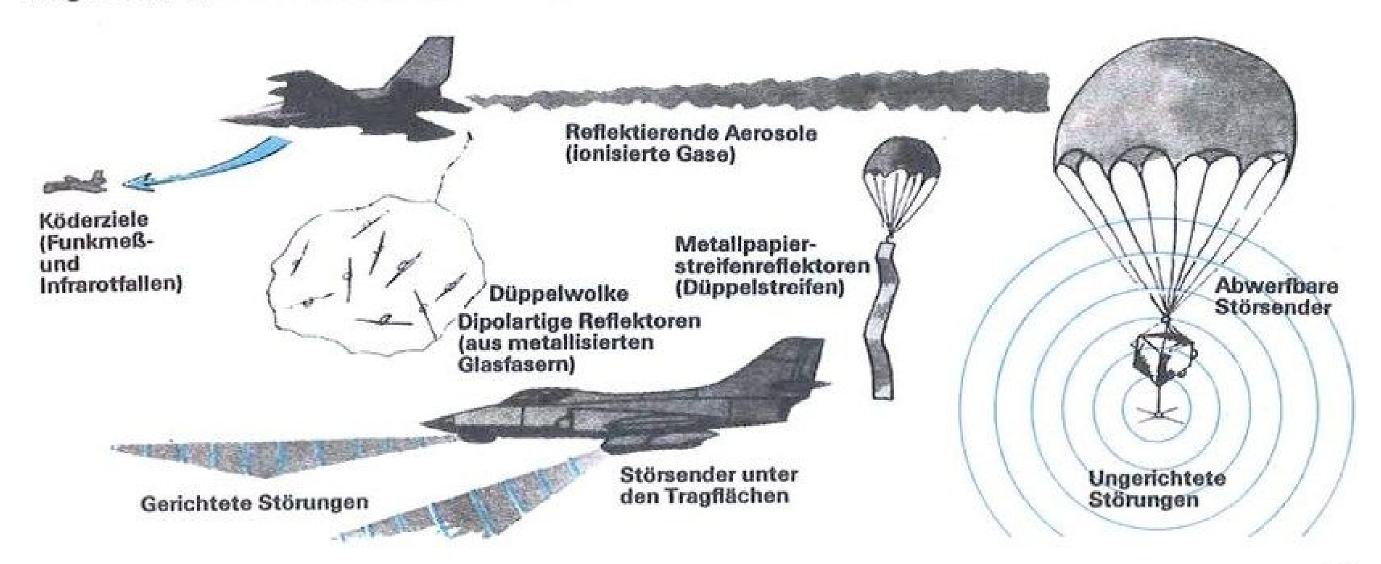
Die Wirkung aktiver Funkmeßstörungen ist vielfältig. Alle dienen jedoch einem Ziel – die Ortung und die funkmeßtechnische Begleitung von Flugkörpern zu erschweren und somit den effektiven funkmeßtechnisch gesteuerten Einsatz der aktiven Luftabwehrsysteme (Fla-Raketen und Flak) zu verhindern.

Aktive Funkmeßstörungen verdecken beispielsweise auf Panoramabildschirmen die Echos der angreifenden Luftziele und verhindern so deren Aufklärung.

Auf den Bildschirmen von Raketenleitstationen können aktive Störungen das automatische Auffassen der Zielimpulse erschweren.

Gewiß sind all die angeführten Störungen äußerst belastend für die Gefechtsarbeit der Funkorter. Doch diese sind den Störungen keinesfalls hilflos ausgeliefert. Ihnen stehen wirksame Störschutzeinrichtungen zur Verfügung, deren Anwendung jedoch von jedem Funkorter höchste Aufmerksamkeit, solide technische Kenntnisse und stabile Fertigkeiten fordert, um das „Duell" mit

Mögliche gegnerische Funkmeßstörungen



dem Luftgegner erfolgreich bestehen zu können.

Passive Funkmeßstörungen entstehen durch Reflexion der von den Funkmeßstationen ausgestrahlten Energie an Gegenständen, die die Funkmeßtrupps nicht orten sollen. Zu ihnen werden deshalb sowohl natürliche als auch durch den Gegner erzeugte Störungen gerechnet.

Natürliche passive Funkmeßstörungen entstehen durch Reflexion an Bergen, hohen Bauwerken oder anderen technischen Einrichtungen. Sie bilden sich als „Festziele" und sogenannte „örtliche Rose" auf den Bildschirmen ab. Die Bezeichnung „örtliche Rose" wurde gewählt, weil sich die Festziel-Echos im Mittelpunkt des Bildschirms wie die Blüte einer weißen Rose abbilden.

Doch weitaus größere Aufmerksamkeit als den natürlichen müssen die Funkorter den vom Gegner gezielt eingesetzten passiven Funkmeßstörungen widmen. Ihre hauptsächliche Einsatzvariante sind **Düppel**.

Düppel werden heute in Form von metallisierten Glasfaser- oder Metallnadeln eingesetzt. Sie stören am effektivsten, wenn sie auf die halbe Wellenlänge der niederzuhaltenden Funkmeßstation zugeschnitten sind. Die beabsichtigte Störeffektivität wird durch Düppelautomaten gesichert. Ein Analysator ermittelt die zu störende Wellenlänge und programmiert den Düppelzerhacker. Die Störflugzeuge stoßen dann die für gezielte Störungen zugeschnittenen Düppel aus. Hat der Analysator beispielsweise eine Wellenlänge von 10 cm ermittelt, so werden 5-cm-Düppel abgeworfen.

Eine andere Form der passiven Störung sind Scheinziele. Das sind unbemannte Flugkörper, die auf den Bildschirmen der Funkmeßstationen die Illusion von „echten" Zielen erwecken und so die Funkorter der Luftabwehr täuschen sollen.

Auch gegen passive Störungen stehen dem Funkorter verschiedene technische Abwehrmöglichkeiten zur Verfügung.

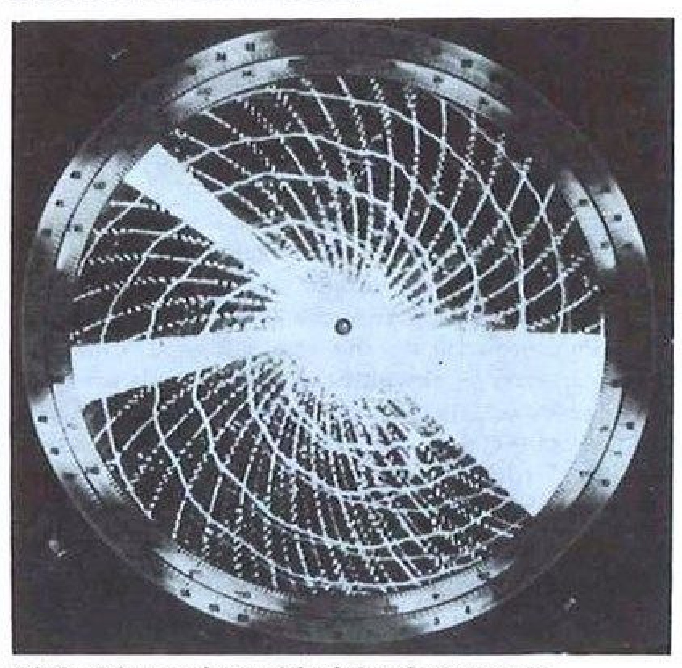
Antifunkmeßraketen sind speziell zur Vernichtung von Funkmeßstationen entwickelte Kampfmittel. Sie werden von Flugzeugen aus gegen Funkmeßstationen eingesetzt. Wird dem Piloten über Sensoren und Leuchtzeichen gemeldet, daß er durch Funkmeßwellen angestrahlt wird, so programmiert er die Antifunkmeßrakete und feuert sie gegen die Funkmeßstation ab. Die Rakete sucht sich ihr Ziel im weiteren selbst.

Die Funkorter müssen hart trainieren, ihre Technik ausgezeichnet beherrschen und über hohe psychische Stabilität verfügen, um Antifunkmeßraketen zu erkennen und ihren Flug bis ins gewählte Ziel zu vereiteln.

Dieser kleine Einblick in den geplanten „Krieg im Äther" macht deutlich, daß sich die Funkorter unserer Funkmeßstationen durch Trainingsfleiß, stabiles technisches und taktisches Wissen, hohe politisch-moralische und psychologische Qualitäten auszeichnen müssen.

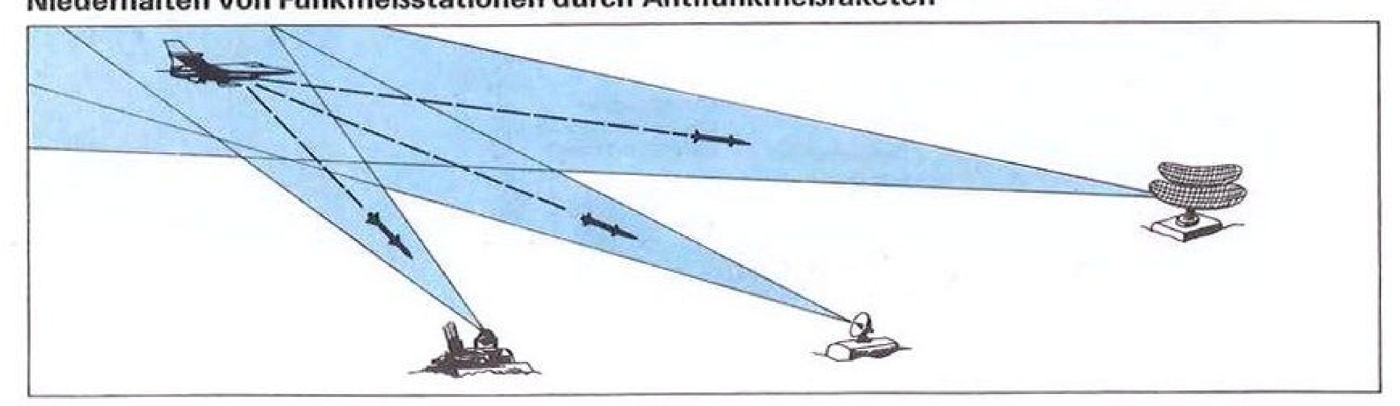


Mutterflugzeug DC-130 (USA) mit vier unbemannten Flugzeugen für den funkelektronischen Kampf



Bildschirm zeigt zahlreiche Störungen

Niederhalten von Funkmeßstationen durch Antifunkmeßraketen



Auge und Ohr des DHS

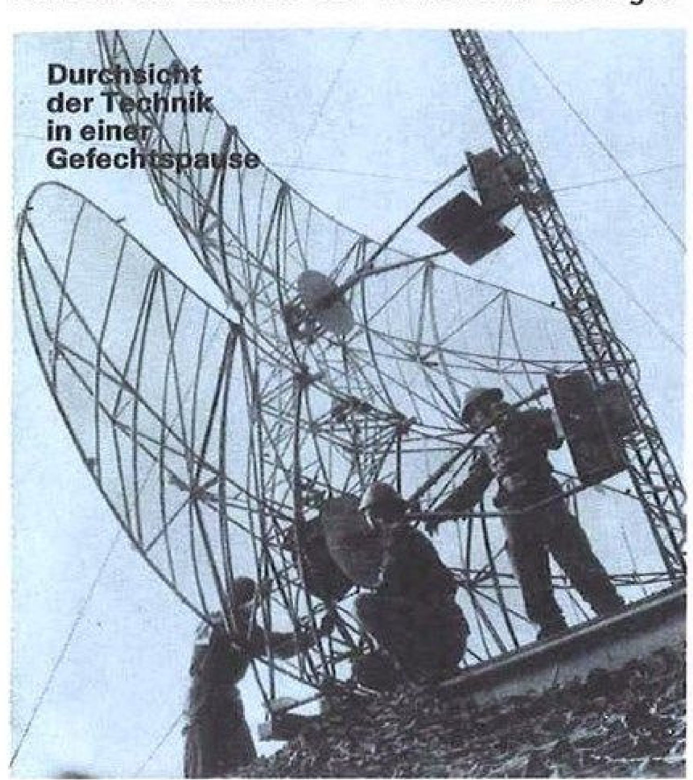
DHS – drei Buchstaben, die für viele Angehörige der Nationalen Volksarmee Inbegriff regelmäßigen angestrengten Dienstes auf ihren Plätzen an der Gefechtstechnik sind. DHS steht für Diensthabendes System der Luftverteidigung der Länder der sozialistischen Verteidigungskoalition. Als festgefügter und lückenloser Schutzgürtel reicht das DHS von den Bergkämmen des Thüringer Waldes bis zu den fernen Ufern des Stillen Ozeans, von den Wüsten Karakum und Gobi bis zu den Eisfeldern des nördlichen Polarmeers. Sowjetische und tschechoslowakische, bulgarische und Soldaten unserer Volksarmee schützen zusammen mit ihren Waffenbrüdern der anderen Armeen der Staaten des Warschauer Vertrages unsere Länder vor überraschenden Überfällen aus der Luft, sichern im Tag- und Nachteinsatz die Unverletzlichkeit ihrer Lufthoheit.

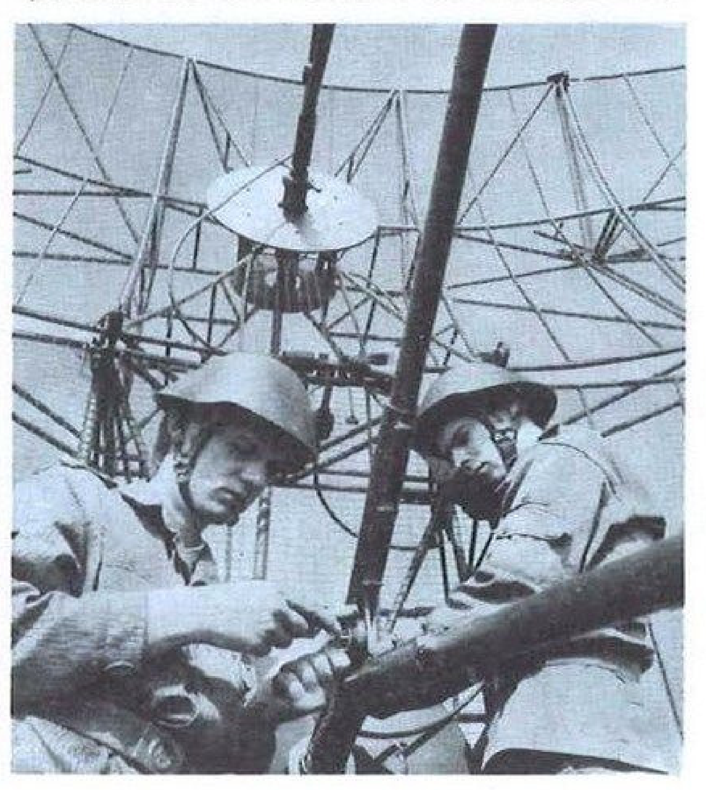
Neben den Fliegerkräften und den Fla-Raketentruppen erfüllen im DHS auch die Funktechnischen Truppen einen wichtigen Kampfauftrag von hohem politischem Rang. Die als dicht gestaffeltes Netz vor allem entlang den Grenzen unserer Verteidigungsgemeinschaft entfalteten Funkmeßstationen bilden gleichsam „Auge und Ohr" des DHS.

Pausenlos bewegen sich die riesigen Antennen der Aufklärungsstationen und spähen in den Luftraum. Lückenlos sind die von ihnen gesammelten Informationen über die Luftlage. Sollte es ein Angreifer wagen, unsere Lufthoheit zu verletzen, so kann er den wachsamen Augen der Funkorter nicht entgehen. In Sekundenschnelle sind Fla-Raketen startbereit, stehen Allwetterjäger auf den Startpisten, bereit, in den Himmel aufzusteigen.

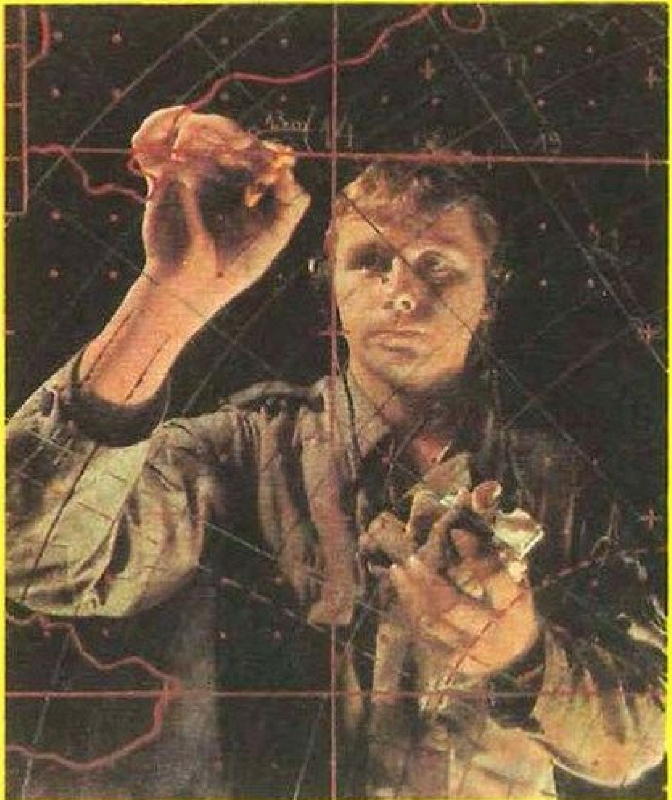
Ständig haben die Soldaten, Unteroffiziere und Offiziere unserer Funktechnischen Truppen mit NATO-Flugzeugen, die sich in der Nähe unserer West- und Seegrenzen bewegen, „Berührung". Auf ihren elektronischen Bildschirmen können die Funkorter die Positionen dieser Flugzeuge feststellen. Viel Konzentration ist Minute für Minute, Stunde für Stunde erforderlich, um die Manöver der fremden Maschinen zu verfolgen, um ihre Absichten einschätzen und, wenn notwendig, sofort Abwehrmaßnahmen einleiten zu können.

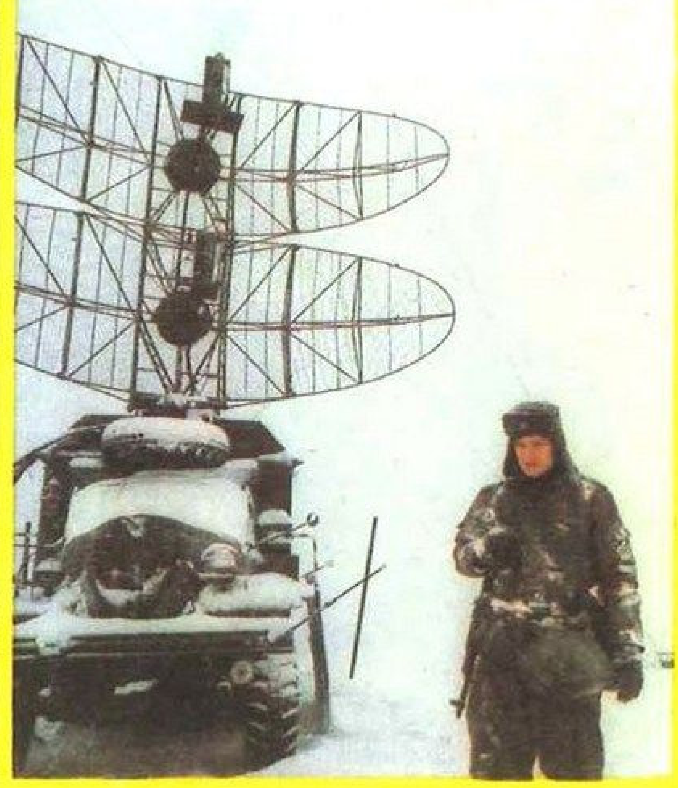
Wehrdienst bei den Funktechnischen Truppen zu leisten heißt also, in vorderster Linie und aktiv an der Friedenssicherung teilzuhaben. Den Soldaten, Unteroffizieren und Offizieren dieser Truppenteile wünschen wir dazu auch weiterhin Erfolg.


Durchsicht der Technik in einer Gefechtspause



Zu jeder Jahreszeit leisten die Angehörigen unserer Luftverteidigung zuverlässig ihren anstrengenden Dienst zum Schutz der sozialistischen Verteidigungsgemeinschaft

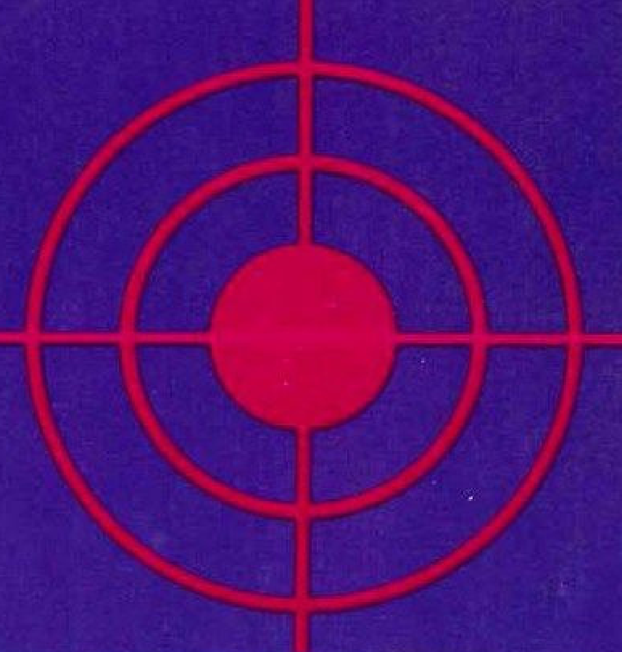






Tag und Nacht haben die Funkorter an den Bildschirmen unseren Luftraum unter sicherer Kontrolle

MILITÄR-
TECHNISCHE
HEFTE



ISBN 3-327-00088-3